

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**

2023 (13) 1
Қаңтар-наурыз

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

БАС РЕДАКТОР:

Хикметов Аскар Кусупбекович — басқарма төрағасы, Халықаралық ақпараттық технологиялар университетінің ректоры, физика-математика ғылымдарының кандидаты (Қазақстан)

БАС РЕДАКТОРДЫҢ ОРЫНБАСАРЫ:

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

ҒАЛЫМ ХАТШЫ:

Ипалакова 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)

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

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

Микеле Пагано — PhD, Пиза университетінің профессоры (Италия)

Отелбаев Мухтарбай Отелбаевич — 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 Жабандық серіктестік және қосымша білім беру жөніндегі проректоры (Қазақстан)

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

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

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

Мухамедиева Ардақ 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 менгерушісі (Қазақстан)

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

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

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

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

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

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

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

Тадеуш 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 менгерушісі (Украина)

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

ЖАУАПТЫ РЕДАКТОР:

Ералы Диана Русланқызы — «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.

№ KZ82VPY00020475 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: ijiet@iitu.edu.kz

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

© Халықаралық ақпараттық технологиялар университеті АҚ, 2023

© Авторлар ұжымы, 2023

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

Хикметов Аскар Кусулбекович — кандидат физико-математических наук, председатель правления - ректор Международного университета 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)

Лучно 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 Зуфарович — кандидат технических наук, профессор кафедры радиотехники, электроники и телекоммуникаций Международного университета информационных технологий (Казахстан)

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

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

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

Тадеш 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:

Ералы Диана Русланқызы — 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 № KZ82VPY00020475, выданное от 20.02.2020 г.

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

Периодичность: 4 раза в год.

Тираж: 100 экземпляров.

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

E-mail: ijict@iitu.edu.kz

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

© АО Международный университет информационных технологий, 2023

© Коллектив авторов, 2023

EDITOR-IN-CHIEF:

Khikmetov Askar Kusupbekovich — Candidate of Physical and Mathematical Sciences, 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 Zharzhanuly — 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 Удoктор технических наук, профессор, директор Ukrainian Association of Project Management UKRNET, Head of Project Management Department, Kyiv National University of Construction and Architecture (Ukraine)

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

EXECUTIVE EDITOR

Eraly Diana Ruslankyzy — 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, 2023

© Group of authors, 2023

МАЗМҰНЫ

ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ж. Анитова, А. Еркінбай

ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖАҢАЛЫҚТАРДА ДАТА НЕГІЗІНДЕ БАЯНДАУДЫ ЕНГІЗУ
МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН МҮМКІНДІКТЕРІН ЗЕРДЕЛЕУ.....8

Ш.Ы. Қалиаждарова

ЖАҢАЛЫҚТАР ҚЫЗМЕТІНДЕГІ ЗАМАНАУИ ТРЕНДТЕР: ТЕХНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ
ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОГРЕСС ӘСЕРІ.....18

Б.О. Шадаева

САНДЫҚ ҚАРЖЫ: ДАМУ МӘСЕЛЕЛЕРІ МЕН БОЛАШАҒЫ.....27

АҚПАРАТТЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Г.Т. Алин, Н.К. Рахимжанова

БАҒДАРЛАМАЛЫҚ ДАМУ ЖОБАСЫН БАСҚАРУ: ЖОБАНЫҢ ҚАУІПТІР БАСҚАРУ.....38

А.К. Болшибаева, Ж.Ж. Кабдешова, Е.Ж. Садықбек

ЖОЛ ПОЛИЦИЯСЫ САЛАСЫНДАҒЫ ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШІМДІ ІЗДЕУ.....51

Е.Б. Данченко, Ю.И. Бройде

АДАМ ПОЗАСЫНЫҢ ТІЗІЛІГІ БОЙЫНША ДЕНЕ ЖАТТЫҒУЛАРЫН ЖІКТЕУГЕ
АРНАЛҒАН ИЕРАРХИЯЛЫҚ МЕМЛЕКЕТТІК МАШИНА.....62

Д. Едилхан, Д. Бисенғалиева

АВИА БИЛЕТТЕР БАҒАСЫН БОЛЖАУ ҮШІН МАШИНАЛЫҚ
ОҚУ АЛГОРИТМДЕРІН ТАЛДАУ.....73

Ш.О. Сәлімбек, А.К. Мұстафина

ЖОҒАРЫ БІЛІМ БЕРУ САЛАСЫНДА АҚПАРАТТЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ҚОЛДАНУДЫҢ
ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУДЫ ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ЖЕТІЛДІРУ.....85

Б.С. Сапакова, А.А. Сәрсембаев, Bohdan Haidabrus

ТЕРЕҢ ОҚЫТУДЫ ПАЙДАЛАНУ АРҚЫЛЫ АУДИО ДЕРЕКЕТТЕРДІ ТАЛДАУ
НЕГІЗІНДЕГІ ЭМОЦИОНАЛАРДЫ ЖІКТЕЛУ ӘДІСТЕРІН ШОЛУ.....95

КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

А.В. Нефтигов*, А.Ж. Сарина, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев

ҮЛЕСТІРІЛГЕН ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТЕР НЕГІЗІНДЕ КЕҢЕЙТІЛГЕН
ОБЪЕКТІЛЕРДІҢ ТҮТАСТЫҒЫН БАҚЫЛАУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ
ШОЛУ.....105

СОДЕРЖАНИЕ

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Ж. Анитова, А. Еркинбай

ИЗУЧЕНИЕ ПРОБЛЕМ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДХОДОВ
ДАТА-ЖУРНАЛИСТИКИ В НОВОСТЯХ КАЗАХСТАНСКИХ СМИ.....8

Ш.И. Калижадарова

СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ В НОВОСТНОЙ СЛУЖБЕ: ВЛИЯНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА.....18

Б.О. Шадаева

ЦИФРОВЫЕ ФИНАНСЫ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ.....27

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Г.Т. Алин, Н.К. Рахимжанова

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ:
УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРОЕКТА.....38

А.К. Болшибаева, Ж.Ж. Кабдешова, Е.Ж. Садыкбек

ПОИСК ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ ДОРОЖНОЙ ПОЛИЦИИ.....51

Е.Б. Данченко, Ю.И. Бройде

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ МАШИНА СОСТОЯНИЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ
ФИЗИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ ПО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПОЗ ЧЕЛОВЕКА.....62

Д. Едилхан, Д. Бисенгалиева

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
ЦЕН НА АВИАБИЛЕТЫ.....73

Ш.О. Салимбек, А.К. Мустафина

ИССЛЕДОВАНИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ В СФЕРЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ.....85

Б.С. Сапакова*, А.А. Сарсембаев, Bohdan Haidabrus

ОБЗОР МЕТОДОВ КЛАССИФИКАЦИИ ЭМОЦИЙ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА
АУДИОДАННЫХ С ПОМОЩЬЮ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ.....95

КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

А.В. Нефтисов, А.Ж. Сарринова, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев

ОБЗОР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЦЕЛОСТНОСТИ
ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ
ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ.....105

CONTENTS

DIGITAL TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS

Zh. Anitova, A. Erkinbay

STUDYING THE PROBLEMS AND OPPORTUNITIES FOR THE IMPLEMENTATION
OF DATA JOURNALISM APPROACHES IN THE NEWS OF THE KAZAKHSTAN MEDIA.....8

Sh.I. Kaliazarova

MODERN TRENDS IN THE NEWS SERVICE: THE IMPACT OF TECHNICAL AND
TECHNOLOGICAL PROGRESS.....18

B.O. Shadayeva

DIGITAL FINANCE: PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT.....27

INFORMATION TECHNOLOGY

G.T. Alin, N.K. Rakhymzhanova

SOFTWARE DEVELOPMENT PROJECT MANAGEMENT: PROJECT RISK MANAGEMENT.....38

A.K. Bolshibayeva, Zh.Zh. Kabdeshova, E.Zh. Sadykbek

SEARCH FOR AN INNOVATIVE SOLUTION IN THE FIELD OF TRAFFIC POLICES1

O.B. Danchenko, Ju.I. Broyda

HIERARCHICAL STATE MACHINE FOR CLASSIFICATION OF PHYSICAL EXERCISES
BY SEQUENCE OF HUMAN POSES.....62

D. Yedilkhan, D. Bissengaliyeva

ANALYSIS OF MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR PREDICTION OF AIR
TICKETS PRICES.....73

Sh. Salimbek, A. Mustafina

RESEARCH AND IMPROVEMENT OF THE EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS
OF THE USE OF INFORMATION SYSTEMS IN HIGHER EDUCATION.....85

B.S. Sapakova, A.A. Sarsembaev, Bohdan Haidabrus

REVIEW OF EMOTION CLASSIFICATION METHODS BASED ON AUDIO DATA
ANALYSIS USING DEEP LEARNING.....95

DIGITAL TECHNOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-ECONOMIC SYSTEMS, INFORMATION TECHNOLOGY, COMMUNICATION TECHNOLOGY AND INFORMATION SECURITY

A.V. Neftissov, A.Zh. Sarinova, L.N. Kirichenko, I.M. Kazambayev

OVERVIEW OF INTELLIGENT SYSTEMS FOR MONITORING THE INTEGRITY
OF EXTENDED OBJECTS BASED ON DISTRIBUTED FIBER-OPTIC SENSORS.....105

**КОММУНИКАЦИЯЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ
ӘЛЕУМЕТТІК-ЭКОНОМИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРДІ ДАМУДАҒЫ
ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР**

**КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ЦИФРОВЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ В РАЗВИТИИ СОЦИО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
СИСТЕМ**

**DIGITAL TECHNOLOGY IN THE DEVELOPMENT OF SOCIO-
ECONOMIC SYSTEMS, INFORMATION TECHNOLOGY,
COMMUNICATION TECHNOLOGY AND INFORMATION
SECURITY**

INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES

ISSN 2708–2032 (print)

ISSN 2708–2040 (online)

Vol. 4. Is. 1. Number 13 (2023). Pp. 105–123

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

<https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.13.1.010>

ӘОЖ 530.1, 681.3.06

**OVERVIEW OF INTELLIGENT SYSTEMS FOR MONITORING THE
INTEGRITY OF EXTENDED OBJECTS BASED ON DISTRIBUTED
FIBER-OPTIC SENSORS**

A.V. Neftissov, A.Zh. Sarinova, L.N. Kirichenko, I.M. Kazambayev*

Alexander V. Neftissov — PhD. Director of the Scientific and Innovation center "Industry 4.0", Astana IT University

ORCID: 0000-0003-4079-2025;

Assiya Zh. Sarinova — PhD. Associate Professor of the «Intelligent systems and Cybersecurity» department, Astana IT University

ORCID: 0000-0003-4254-376X;

Lalita N. Kirichenko — Senior-lector of the «Intelligent systems and Cybersecurity» department, Astana IT University

ORCID: 0000-0001-7069-5395;

Pyas M. Kazambayev — Senior-lector of the «Intelligent systems and Cybersecurity» department, Astana IT University

ORCID: 0000-0003-0850-7490.

© A.V. Neftissov, A.Zh. Sarinova, L.N. Kirichenko, I.M. Kazambayev, 2023

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

International License



Abstract. This article provides an overview of existing intelligent systems for monitoring the integrity of extended objects based on distributed fiber-optic sensors. The results of developing measuring systems using distributed fiber-optic sensors are presented. The analysis of existing solutions for constructing measuring systems is carried out. The main types of measuring schemes and principles of determining the integrity of extended objects are considered. The basic principles for the construction of fiber-optic sensors are defined. The analysis demonstrated achievements in improving measurement accuracy using various optical reflectometry methods. Shortcomings of measuring systems are revealed, and ways of elimination are established. Methods of filtration from overlays caused by mechanical overvoltages and temperature influences are considered. The difficulties of applying well-known works are determined. A review of the current state of development of artificial intelligence in the field of its application in measurement systems is carried out. It is revealed that the systems built based on an optical time domain reflectometer (OTDR) using a convolutional neural network (CNN) show higher quality indicators. The possibilities of using different types of neural networks to recognize various mechanical influences using machine learning are considered. The disadvantages and advantages of using neural network systems in measuring systems based on distributed fiber-optic sensors are identified, and the most optimal type is selected. The direction for further research and development of a technical condition monitoring system based on distributed fiber-optic sensors has been determined.

Keywords: Integrity control systems, fiber optic sensors, intelligent systems, neural networks

For citation: A.V. Neftissov, A.Zh. Sarinova, L.N. Kirichenko, I.M. Kazambayev. Overview of intelligent systems for monitoring the integrity of extended objects based on distributed fiber-optic sensors//INTERNATIONAL JOURNAL OF INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES. 2023. Vol.4. No.1. Pp.105–123 (In Russ.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.13.1.010>

ҮЛЕСТІРІЛГЕН ТАЛШЫҚТЫ-ОПТИКАЛЫҚ ДАТЧИКТЕР НЕГІЗІНДЕ КЕҢЕЙТІЛГЕН ОБЪЕКТІЛЕРДІҢ ТҰТАСТЫҒЫН БАҚЫЛАУДЫҢ ИНТЕЛЛЕКТУАЛДЫ ЖҮЙЕЛЕРІНЕ ШОЛУ

А.В. Нефтисов, А.Ж. Саринова, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев*

Нефтисов Александр Витальевич — PhD, FЗО "Industry 4.0" директоры ", Astana IT University

ORCID: 0000-0003-4079-2025;

Саринова Асия Жумабаевна — PhD, «Intelligent systems and Cybersecurity» кафедраның қауымдастырылған профессоры, Astana IT University

ORCID: 0000-0003-4254-376X. E-Mail: lalita17021996@gmail.com;

Кириченко Лалита Николаевна — «Intelligent systems and Cybersecurity» кафедра оқытушысы, Astana IT University

ORCID: 0000-0001-7069-5395;



Казамбаев Ильяс Маратулы — «Intelligent systems and Cybersecurity» кафедра оқытушысы, Astana IT University
ORCID: 0000-0003-0850-7490.

© А.В. Нефтисов, А.Ж. Саринаова, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев, 2023

Аннотация. Бұл мақалада үлестірілген талшықты-оптикалық датчиктер негізінде кеңейтілген объектілердің тұтастығын бақылаудың қолданыстағы интеллектуалды жүйелеріне шолу жасалады. Үлестірілген талшықты-оптикалық датчиктерді қолдана отырып өлшеу жүйелерін әзірлеу бойынша нәтижелер ұсынылған. Өлшеу жүйелерін құру бойынша қолданыстағы шешімдерге талдау жасалды. Өлшеу схемаларының негізгі түрлері, Кеңейтілген объектілердің тұтастығын анықтау принциптері қарастырылады. Талшықты-оптикалық датчиктерді құрудың негізгі принциптері анықталды. Талдау әртүрлі оптикалық рефлектометрияны қолдану кезінде өлшеу дәлдігін арттыру бойынша жетістіктерді көрсетті. Өлшеу жүйелерінің кемшіліктері анықталып, оларды жою әдістері анықталды. Механикалық кернеулер мен температуралық әсерлерден туындаған қабаттасудан сүзу әдістері қарастырылады. Белгілі жұмыстарды қолданудың қиындықтары анықталды. Жасанды интеллект дамуының қазіргі жағдайына және оны өлшеу жүйелерінде қолдану саласына шолу жасалды. Уақыт аймағының оптикалық рефлектометрияне (OTDR) негізделген жүйелер коагуляцияланған нейрондық желіні (CNN) қалай қолданатындығы дәлірек екендігі анықталды. Машиналық оқыту арқылы әртүрлі механикалық әсерлерді тану үшін нейрондық желілерді қолдану мүмкіндіктері қарастырылады. Таратылған талшықты-оптикалық датчиктердегі өлшеу жүйелерінде нейрондық желі жүйелерін қолданудың кемшіліктері мен артықшылықтары анықталды және ең оңтайлы түрі таңдалды. Бөлінген талшықты-оптикалық датчиктер негізінде техникалық жай-күйді мониторингілеу жүйесін одан әрі зерттеу және әзірлеу үшін бағыт айқындалды.

Түйін сөздер: Тұтастықты бақылау жүйелері, талшықты-оптикалық датчиктер, интеллектуалды жүйелер, нейрондық желілер

Дәйексөз үшін: А.В. Нефтисов, А.Ж. Саринаова, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев. Үлестірілген талшықты-оптикалық датчиктер негізінде кеңейтілген объектілердің тұтастығын бақылаудың интеллектуалды жүйелеріне шолу// Ақпараттық және коммуникациялық технологиялардың халықаралық журналы. 2023. V.4. № 1. Бет 105-123 (орыс тілінде). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.13.1.010>



ОБЗОР ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ЦЕЛОСТНОСТИ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ

*А.В. Нефтисов**, *А.Ж. Саринаова*, *Л.Н. Кириченко*, *И.М. Казамбаев*

Нефтисов Александр Витальевич — PhD, Директор НИИЦ "Industry 4.0", Astana IT University

ORCID: 0000-0003-4079-2025;

Саринаова Асия Жумабаевна — PhD, Асоц профессор кафедры «Intelligent systems and Cybersecurity», Astana IT University

ORCID: 0000-0003-4254-376X;

Кириченко Лалита Николаевна — сеньор-лектор кафедры «Intelligent systems and Cybersecurity», Astana IT University

ORCID: 0000-0001-7069-5395;

Казамбаев Ильяс Маратулы — сеньор-лектор кафедры «Intelligent systems and Cybersecurity», Astana IT University

ORCID: 0000-0003-0850-7490.

© А.В. Нефтисов, А.Ж. Саринаова, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев, 2023

Аннотация. В данной статье представлен обзор существующих интеллектуальных систем мониторинга целостности протяженных объектов на основе распределенных волоконно-оптических датчиков. Представлены результаты по разработке измерительных систем с применением распределенных волоконно-оптических датчиков. Проведен анализ существующих решений по построению измерительных систем. Рассмотрены основные виды измерительных схем, принципов определения целостности протяженных объектов. Определены основные принципы для построения волоконно-оптических датчиков. Анализ продемонстрировал достижение по повышению точности измерения при применении различных методов оптической рефлектометрии. Выявлены недостатки измерительных систем и установлены способы их устранения. Рассмотрены методы фильтрации от наложений, вызванных механическими перенапряжениями и температурными воздействиями. Определены сложности применения известных работ. Проведен обзор современного состояния развития искусственного интеллекта и области его применения в системах измерения. Установлено, что системы, построенные на основе оптического рефлектометра временной области (OTDR), являются более точными так, как используют свертывающейся нейронной сети (CNN). Рассмотрены возможности применения нейронных сетей для распознавания различных механических воздействий при помощи машинного обучения. Выявлены недостатки и достоинства применения систем нейронных сетей в измерительных системах на распределенных волоконно-оптических датчиков и выбран наиболее оптимальный тип. Определено



направление для дальнейшего исследования и разработки системы мониторинга технического состояния на основе распределенных волоконно-оптических датчиков.

Ключевые слова: Системы контроля целостности, оптоволоконные датчики, интеллектуальные системы, нейронные сети

Для цитирования: А.В. Нефтисов, А.Ж. Саринова, Л.Н. Кириченко, И.М. Казамбаев. Обзор интеллектуальных систем мониторинга целостности протяженных объектов на основе распределенных волоконно-оптических датчиков// Международный журнал информационных и коммуникационных технологий. 2023. Т. 04. № 1. Стр. 105–123 (На рус.). <https://doi.org/10.54309/IJICT.2023.13.1.010>

Кіріспе

Қазіргі уақытта кез-келген технологиялық тапсырмаларды орындау үшін кеңейтілген Нысандар, техникалық жағдайдың бұзылуы қолданылады, бұл шағын масштабты немесе ең нашар жағдайда жаһандық апаттарға әкелуі мүмкін. Осы себепті тұтастықтың бұзылуы туралы уақтылы ескертуге қабілетті интеллектуалды үздіксіз бақылау жүйелері қажет. Зақымданудың негізгі себептері табиғи, техногендік құбылыстар, сондай-ақ зиянкестер, адам факторынан туындаған бұзылулар болуы мүмкін екенін атап өткен жөн. Ұзақ объектілердің техникалық жай-күйіне мониторинг жүргізу және қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін уақыт облысының оптикалық рефлектометрі (OTDR) негізінде құрылған арнайы жүйелер қолданылады. Жүйелер аз мөлшерде электр энергиясын тұтынады, оларға электромагниттік кедергі келтірмейді. Фазаға сезімтал рефлектометриясы бар датчиктер механикалық тербелістерге сезімталдығының арқасында кең таралған. Сонымен қатар, сезімталдықтың жоғарылауы жалған позитивтердің себебі болып табылады, бұл ақпараттың артық болуына әкеледі. Стандартты шешімдер сенімді нәтижелерге қол жеткізуге мүмкіндік бермейді, сондықтан жүйелерді жетілдіру қажет. Көбінесе мұндай шешім оптикалық сигналды күшейту болып табылады (Zinsou және т.б., 2020; Hong және т.б., 2021; Kumagai және т.б., 2012; Minardo және т.б., 2021; Adeel және т.б., 2020; Masoudi және т.б., 2019; Rohwetter және т.б., 2016; Wang және т.б., 2018; Sha және т.б., 2017; Yugaу және т.б., 2022). Сонымен қатар, механикалық деформациялар немесе тербелістер көзіне дейінгі қашықтықты лазерлік оптикалық сигналдың айналымын және талшықты сигналды (FUT) (Zinsou және т.б., 2020). Брагг торларын (Hong және т.б., 2021) қолдана отырып, оптикалық сигналдардың фазалық сдсуымен (Kumagai және т.б., 2012), анықтауға болады. Көрсетілген бірнеше әдістердің тіркесімі де мүмкін (Minardo және т.б., 2021), дифференциалды оптикалық сигналды қарапайым дизайнмен қолдану, бірақ бағдарламалық жасақтаманың күрделі бөлігі (Adeel және т.б., 2020). Кейбір жағдайларда өлшеу бөлігін жүзеге асырудың басқа тәсілдері қолданылады, онда оптикалық талшықты катушканы орнату арқылы кідіріс жасалады (Masoudi және т.б., 2019). Бұл ретте мониторинг жүйесі таратылған датчиктің ұзындығын және оның дәлдікке әсерін ескеруі тиіс



(Masoudi және т.б., 2019; Sha және т.б., 2017). Аппараттық құралды жаңарту температураның әсерінен және механикалық кернеулерден туындаған мәселелерді шешуге мүмкіндік береді. Осыған қарамастан, сенсорларды таңдау немесе әзірлеу алдында құрылымның күрделілігі мен құнына да назар аудару керек.

Адам мен техникадан туындаған кедергілерді шешу үшін жасанды интеллект жүйелері қолданылады, атап айтқанда Машиналық оқыту мен нейрондық желілерге негізделген. Алынған нәтиже көзді анықтаудың жоғары дәлдігімен және алаңдатарлық оқиғаның сипатымен сипатталады (Yugaу және т.б., 2022). Интеллектуалды себептер мен дәлдіктің орналасу жүйелері әдетте қатенің кері таралу әдісін (Wu және т.б., 2015), сәйкестікті сүзу әдісін (Adeel және т.б., 2019), коагуляцияланған нейрондық желілерді (Che және т.б., 2019), қолдану арқылы жүзеге асырылады. Алайда, нейрондық желілердің түрін таңдау сонымен қатар іріктеу санына, дәлдікке және жіктеу белгісіне байланысты екенін ескерген жөн. Коагуляциялық нейрондық желілер графиктерді де, кескіндерді де өңдеу мүмкіндігінің арқасында кеңінен таралды (Che және т.б., 2019).

Демек, фазаға сезімтал OTDR-ге негізделген таратылған талшықты-оптикалық датчиктерді қолданатын жүйелер жиі кездеседі және (Che және т.б., 2019), бұл құрылғылардың құнын, күрделілігін және өлшемдерін арттырады.

Әдістер мен материалдар

Мақаланы жазудың негізгі әдісі ретінде Elsevier (Scopus және Science direct) тобының мәліметтер базасына библиометриялық талдау қолданылды. Осы тақырып бойынша 5,035 мақала табылды. Зерттеу үшін іріктеу критерийлері: а) 2012 жылдан 2022 жылға дейін жарияланған мақалалар қаралды, б) кеңейтілген объектілердің жай-күйін бақылау жүйелері сенсор ретінде талшықты-оптикалық талшықты пайдаланды в) кеңейтілген объектілердің жай-күйін бақылау жүйелері интеллектуалды құрамдас бөлікке ие болды. Суретте осы тақырып бойынша жарияланымдар бойынша Scopus дерекқорының статистикасы жыл бойынша бөлінген. Әрі қарай зерттеу саласы тарылып, 20 дереккөзді талдау үшін таңдалды.

Өлшеу жүйелері

Негізінен, жүйені құру кезінде олар негізінен ф-OTDR, с-OTDR әдісімен қолданылады. Сонымен қатар, әр жүйе белгілі бір функцияларды орындайды, бірақ дамыған негізгі бағыт – ұзақ объектілердің жай-күйін бақылау. Ф-OTDR жүйелері үшін интерферометриямен ең көп таралған жүйелер (Zinsou және т.б., 2020). Интерферометрияның жұмыс принципі келесідей: оптикалық ақпараттық кабельге лазер түрінде сигнал түседі, содан кейін ол арнайы құрылғылардың көмегімен екіге бөлінеді. Бірінші кабельде сигнал кідіріссіз өтеді, ал екіншісінде кідіріс катушкаға оралған талшықтың көмегімен жасалады. Содан кейін екі кабельдегі сигналдар біріктіріліп, фотосезімтал элементтерге түседі. Алынған сигналды Жарық қарқындылығының уақытқа тәуелділігі ретінде өңдеуге болады. Алайда, мұндай жүйеде кедергілер оңай. Жасанды интеллектті қолдану не үшін қажет. Мысалы, (Zinsou және т.б., 2020) — де негізгі өлшеу құралы лазер фазасының сдсыуын анықтайтын интерферометр болып табылады.

Өлшеу органы ретінде деп саналды уақыт жолақтарымен анықталған сигнал



фазасын өлшеу үшін ұзындығы бар талшық шығаратын уақыт кідірісі бар жұп теңгерімсіз Мах-Цендер интерферометрлері (МСИ) қолданылды. Сигнал қарқындылық түрінде ұсынылады және фотодетектормен өлшенеді. Кедергілерді жою үшін стандартты схемаға орнатылды акустикалық-оптикалық модуляция (АОМ), оптикалық сигналдың амплитудасын арттыратын, эрбий легирленген оптикалық күшейткіш (EDFA), ол қалпына келтіреді оптикалық сигнал деңгейі.

Төмен жиілікті өткізу диапазоны бар Лазер адаптивті импульстік кезең (АПИ) әдісінің жоғары тиімділігіне қол жеткізу үшін ф-ОТDR жүйесінде ақпарат көзі ретінде әрекет етті және төмен жиілікті тербелістерді өлшеді.

Жылу немесе сыртқы әсерлердің басқа түрлерінен қателіктерді болдырмау үшін екі МСИ де оқшауланған түрде орындалды. Осылайша, фотодетектор ең таза сигналды псевдопериодты түрінде жазуға қабілетті болды синусоид. Сонымен қатар, CFL осы графиктің кезеңіне байланысты және (1) формула түрінде жазылуы мүмкін:

$$\alpha = \frac{c}{n \cdot \Delta L \cdot \tau_f} \quad (1)$$

мұндағы a -лазер жиілігінің сыдысуы, -сигнал қарқындылығының жалған периоды c және n кеңістіктегі жарық жылдамдығына және сыну коэффициентіне байланысты мөлшер.

Ақпарат көзі ретінде Ені 100 Гц және толқын ұзындығы 1550 нм лазер таңдалды. Лазер жарығы акустикалық-оптикалық модулятор (АОМ), талшықты-оптикалық күшейткіш (EDFA) арқылы өтеді және қазірдің өзінде күшейтілген сигнал сынақ астында жұмыс істейтін талшық арқылы өтеді, (FUT). Бұл жағдайда оптикалық қосқыш (ОС) арқылы 1-ден 99-ға дейінгі арақатынас лазерден оптикалық сигнал деректерді жинау тақтасына түседі. Пьезо түрлендіргіш белгілі бір жиіліктегі электр сигналының көмегімен механикалық тербелістерді тудырады. Шағылысқан оптикалық сигнал оптикалық қосқышқа (ОС) келеді 50-ден 50-ге дейінгі арақатынас және фотодетекторларға түседі, олардан шығыс сигналдары деректерді жинау тақтасымен жазылады (Zinsou және т.б., 2020).

Стандартты фазаға сезімтал жүйе механикалық және температуралық асқын кернеулерге сезімтал, ұсынылған жүйе жұмыс істей алады және осы кедергілерді ескереді. Сонымен қатар, бұл құрылғы үшін поляризация жиіліктің сыдысуын модуляциялауға және сигналды күшейтуге арналған құрылғыларды қосу арқылы жүзеге асырылады. Сондықтан оптикалық сигналға қойылған кедергілер құрылғының жұмысына әсер етпейді. Алайда, мұндай талшықты-оптикалық сенсор күрделі дизайнға ие және адам мен техниканың әсерін ескермейтінін атап өткен жөн. Бұл ретте зерттеу нәтижелері ұзартылған объектінің өте қысқа ұзындығы үшін ұсынылады (Zinsou және т.б., 2020).

(Hong және т.б., 2021) – де ұсынылған жүйенің дизайны көрсетілген. Дірілдің болуын анықтаудың технологиялық процесі жоғарыда көрсетілгенге ұқсас. Алайда, бұл жағдайда 120 және 200 МГц жиіліктегі әртүрлі сыдысулары бар екі акусто-оптикалық модулятор (АМ1, АМ2) қолданылды. Сонымен қатар, фотодетекторға



(PD) түсетін ақпарат сәйкесінше деректерді жинаудың және оларды әрі қарай өңдеудің (DAQ) және (Data Processing) арнайы жүйелерімен өңделеді. Арнайы Брагг торлары (UWFBG1) — (UWFBGn) арқылы өтетін сигналдар тербеліс көзіне дейінгі қашықтықты анықтауға мүмкіндік береді. Жарықтың айналым құрылғысын (Cir) қолдану сигналдың поляризациясына қол жеткізуге мүмкіндік береді. Импульс көзі (PG) модуляция үшін синусоидалы сигнал жасайды.

Эксперименттік модельді тексеру 150 Гц жиіліктегі ағынды қоректендіретін арнайы діріл қоздырғышының көмегімен жүзеге асырылды. Токтың жоғарылауымен, демек, механикалық тербелістердің амплитудасының жоғарылауымен фазаның мәні де өзгерді. Сонымен қатар, поляризациялық-фазалық синтезді орналастыру алгоритмі стандартты әдістерден амплитудалық сигналмен өңделмеген нақты фазалық сигналды қалпына келтіру әдісі негізінде динамикалық деформацияларды дәл өлшеу қабілетімен ерекшеленеді. Мұндай өзгерістер поляризация сигналымен анықталған амплитуданың үлкен өлшеу диапазонына және фазалық сигналмен анықталған жақсы сезімталдыққа қол жеткізуге мүмкіндік берді. Алайда, бірнеше Брагг торларын қолдану дизайнды қиындатады және бүкіл жүйенің сенімділігін төмендетеді. Зақымданудың нақты орнын анықтау өте қарапайым болғанымен, жүйе адам немесе техника тудырған кедергілерді де тани алмайды.

Жұмыста (Kumagai және т.б., 2012), дірілді өлшеу үшін периметрдің күзет жүйесі үшін талшықты-оптикалық діріл сенсорында саянқ интерферометрі қолданылды. Бұл құрылғының міндеті-сигналды поляризациялау.

Поляризаторлар, өлшеу кезінде кабельдегі кедергілерді жояды, ал фазалық айырмашылықты механикалық кезінде сигнал көздері жасайды деформациялар жабық жүйеде сағат тілімен (CW) және сағат тіліне қарсы кабельде (CCW). Өз кезегінде, кідіріс арнайы катушкалар мен поляризаторлардың көмегімен жасалады. Осылайша, интерференциялық жарықтың қарқындылығы фазалық айырмашылыққа немесе нөлге жақын шамалы тербелістерге аз сезімтал болады. Электрлік сигнал шығаратын элемент ретінде поляризатор орнатылған пьезоэлектрлік цилиндр қолданылады. Бұл жағдайда шығыс сигналын келесі математикалық өрнек арқылы анықтауға болады:

$$P(t) = K[1 + v \cos(\Delta\Phi + \phi_c \cos 2\pi f_m t)], \quad (2)$$

мұндағы K -амплитудалық параметр, v - кедергінің тиімділігі, $\Delta\Phi$ - фазалық айырмашылық.

Бұл жағдайда фазалық модуляция тереңдігінің параметрі формула бойынша анықталады:

$$\phi_c = 2\phi_m \sin(\pi f_m t) \quad (3)$$

мұндағы – фазалық модуляция тереңдігінің амплитудасы.

Діріл көзінің орналасуын анықтау үшін бір нүктелі сезімталдығы бар



талшықты-оптикалық сенсор жеткіліксіз. Бұл мәселені шешу сезімталдықты азайту үшін кідіріс сызығын жоюды ұсынады. Тегіс сезімталдық сенсорының кабелі дірілдің орнын анықтай алмайтындықтан, оның сезімталдығын азайту үшін кідіріс сызығын алып тастау керек. Бұл ретте қашықтықты анықтау үшін екі сенсор пайдаланылды. Датчиктерді орнату терминал қорабының жанындағы бірінші сенсор дірілге ең аз сезімталдыққа ие болатындай етіп орындалды, ал коннектордың жанында орналасқан екінші сенсор, керісінше, дірілге максималды сезімталдыққа ие болды. Орналасқан жерді анықтау үшін Шығыс сигналдарының айырмашылығының олардың қосындысына қатынасы есептеледі.

Ұсынылған жүйе кедергілерден сигналдарды өңдей алады, бұл аймақ қауіпсіздігі мен рұқсатсыз кіру жүйелеріне жақсы сәйкес келеді. Алайда, жүйе адам немесе техника жасаған кедергілерді ажырата алмайды. Мұндай тербелістер жалған позитивтің себептері болады, бұл ақпараттың артық болуына әкеледі, бұл стандартты деректер жүйелерінің дұрыс жұмыс істей алмауына әкеледі (Kumagai және т.б., 2012).

(Minardo және т.б., 2021) бриллиоеннің ынталандырылған шашырауына негізделген үлестірілген талшықты-оптикалық жүктеме ұяшығының көмегімен жасалған жасанды "Калабрезе" туннелінің деформациясын бақылау нәтижелерін көрсетеді.

Botda сенсоры, ұзындығы 200 м теміржол туннелінің екі бүйір қабырғасы бойымен механикалық кернеулердің таралуын анықтау үшін пайдаланылды, олар біркелкі емес қашықтықтағы буындармен бөлінген сегіз іргелес сектордан тұрады (әр сектордың орташа ұзындығы 25 м).

2016 жылдың екінші жартысында талшықтың ұзарғанын көрсетеді. 2018 жылдың маусымында өлшенгеннен кейін талшық барлық қосылыстарда ұзарып, тіпті түсу кезінде бірнеше қосылыстарда ыдырап кетті. Содан кейін талшықты-оптикалық датчиктерден алынған мәліметтер Cosmo-SkyMed талдауымен салыстырылды, ол 2018 жылы осы салада көшкіннің болуын растады. Осылайша, эксперимент нәтижелері туннель мінез-құлқындағы деформациялардың таралуын бақылау үшін талшықты жүйенің сенімділігін көрсетеді.

Жүйені өлшеуге механикалық кернеулер мен температураның әсерінен болатын кедергілер әсер етпейді. Сонымен қатар, мұндай шешім туннельдегі плиталардың жылжуын анықтауға мүмкіндік береді. Алынған нәтижелер объектінің күйін анықтауға мүмкіндік береді.

(Adeel және т.б., 2020) – де ұсынылған шешім мазасыз оқиғаларды ажырату үшін терең оқыту жүйелерін қолдана отырып, фазаға сезімтал рефлектометрияның дифференциалды сигналын қолдануды ұсынады.

Ақпарат көзі ретінде сигнал жіберетін лазер қолданылады, содан кейін оны



жартылай өткізгіш оптикалық күшейткіш (SOA) оптикалық күшейткіш (EDFA) күшейтеді. Сигнал ықтимал ауытқулардан сүзіледі, содан кейін катушкалар арқылы сигнал сезімтал элементке енеді. Қосымша EDFA мен сүзгіні қолдану деректерді кедергісіз жинауға мүмкіндік береді.

Кіріс және шығыс сигналдарын салыстыру арқылы Діріл көзі мен оның орналасқан жерін анықтауға болады. Ұсынылған жүйе терең оқыту жүйесін қолдануды көздейді, өйткені ол болмаған кезде жүйе нақты нәтиже бере алмайды, атап айтқанда адам немесе машинаның қозғалысы дабыл сигналынан туындаған кедергілерді ажырата алмайды. Өлшеу жүйесінің шешімі үлкен кеңістікті қажет етеді және жүйенің құрылымын және оның бағасын қиындатады. Дәлдікті жақсарту үшін көптеген құрылғылардың болуы құрылғының қалыпты жұмыс уақытын төмендетуі мүмкін.

В жүйесі (Masoudi және т.б., 2019) су астында созылған электр кабельдерінің техникалық жағдайын бақылауға арналған. 20 мВт Сигнал Жарық импульсі түрінде жасалады ұзақтығы ф-OTDR негізіндегі DVS өлшеу блогын қолдана отырып, 1550 толқын ұзындығы 8 нс таратылған кері байланыс лазерімен (DFB). Содан кейін, оптикалық сигнал кедергіні жою үшін ең жоғары қуатты 1 Ваттқа дейін арттыру үшін талшықты күшейткішпен (EDFA1) күшейтіледі. Содан кейін күшейтілген сигнал толқындық түрлендіру арқылы сүзіледі, оның өткізу қабілеті 100 ГГц және циркулятор арқылы сезімтал элементке енеді. сыналатын кабельден талшықтар арқылы.

Нәтижесінде жүйе су астындағы электр кабельдерінің механикалық деформацияларын анықтай алады. Бұл жағдайда оптикалық сигналдың күшеюі ақпарат көзінің ауытқуынан туындаған кедергілерді жоюға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, мұндай жүйені басқа кеңейтілген объектілерге бейімдеу мүмкін емес, өйткені ол температуралық әсерлер мен механикалық кернеулерді ескермейді.

Сондай-ақ, Rayleigh рефлектометрін немесе C-OTDR қолдану мүмкіндігі қарастырылуда (Rohwetter және т.б., 2016). Бұл рефлектометрлерді пайдалану кезінде оптикалық сигналдар, әдетте импульстар түрінде пайда болады, оптикалық талшыққа уақыттың белгілі бір нүктелерінде, кері шашыраудағы өтпелі процестерді анықтау үшін "баяу" уақыт шкаласын анықтайтын кезеңмен беріледі. Әрбір импульс үшін кері шашырау қарқындылығының мәні оптикалық талшықтағы лазерлік импульстің өтуі кезінде өзгермейтін интервалмен белгілі бір уақытта таңдалады. Сонымен қатар, белгілі бір уақытта оптикалық сигналдың қарқындылығын анықтау үшін когерентті емес Inc және когерентті isoH компоненттерінің қосындысы ретінде есептеледі. Бұл жағдайда өндеуге арналған ақпарат мөлшері азаяды, бірақ белгілі бір уақытта ақпарат діріл көзінің орнын анықтау үшін жеткілікті.

Ұсынылған әдіс кеңейтілген блоктардағы тербелістерді анықтау үшін дәл жұмыс істей алады және әдеттегі ф-OTDR жүйелерінен айырмашылығы, фотодетектордан келетін ақпарат аз, бұл қысқа уақыт ішінде дәл деректерді алуға



мүмкіндік береді. Негізгі кемшілік-жүйенің күрделілігі және тербелістерді есептеу. Осылайша, кездейсоқ сыртқы әсерлері көп ортада қолдану дұрыс болмауы мүмкін.

Құрылыс жүйесін таңдау мақсатында (Wang және т.б., 2018) – де ұсынылған зерттеуді де атап өткен жөн. Тұтастықтың бұзылуын немесе техникалық жағдайдың өзгеруін анықтау үшін жоғары дәлдікпен және жеткілікті сезімталдықпен өлшеу жүйесін таңдау әдетте қиын. Авторлар ϕ -OTDR және OTDR-интерферометрия жүйелерін салыстыру үшін эксперимент жүргізді.

Екі жағдайда да қуаты 10 мВт және өткізу қабілеті 5 кГц тар жолақты таратылған кері байланыс (DFB-FL) лазері қолданылды. Лазер оптикалық сигнал жасайды, содан кейін акустикалық-оптикалық модулятор (АОМ), эрбий (а) легирленген оптикалық күшейткіш арқылы күшейтіледі. Күшейтілген сигнал талшықты-оптикалық тор сүзгісімен (F) сүзіледі және циркуляторға (C) енеді, ол қайтадан F және A құрылғыларымен түрлендіріледі. Системы-OTDR жүйесін орнату стандартты оптикалық қосқышты пайдаланады, онда сигнал бөлінеді және үш фотодетекторға (PD1-PD3) келеді. OTDR интерферометриясы жағдайында сигналдар Фарадейдің екі айналмалы айналарына түсетін қосымша қосқыш қолданылады.

Нәтижелер стандартты ϕ -OTDR жүйелерінде поляризация шамалы екенін және OTDR интерферометриялық жүйесі үшін поляризация кіріс және шығыс оптикалық сигналға тәуелсіз орындалғанын және азайтылғанын көрсетті. Екі әдісті де қолдану фазаға сезімтал рефлектометрияның интерферометриялық рефлектометрияға қарағанда сезімталдығы төмен екенін көрсетті. Алайда, Фарадейдің айналмалы айналар жүйесінде қолдану құрылымды арттырады және жүйені қиындатады, бұл жүйенің сенімді жұмысына әсер етуі мүмкін.

Жұмыста ұзындығы 75 км-ге дейінгі объектілердің техникалық жай-күйін бақылауға арналған жүйелер ұсынылды (Sha және т.б., 2017). Өлшеу принципі негізделген толқын ұзындығы 1480 нм лазерлік диодты қолдану. Содан кейін оптикалық сигнал WDM құрылғысымен толқын ұзындығы 1550 нм болатын сигналға айналады. Содан кейін Сигнал циркулятор (CIR) арқылы таратылады, эрбий легирленген оптикалық күшейткіш (EDFA), 1550 нм тар жолақты лазер (NLL), акустикалық-оптикалық модулятор және EDFA оптикалық күшейткіші арқылы күшейтіледі және келесі циркулятор (CIR) арқылы Брагг торына және фотодетекторға түседі, одан Ақпарат келеді деректерді жинау картасына (DAC). Дірілді анықтау үшін функция генераторынан (FG) сигнал берілген пьезо түрлендіргіштер қолданылды.

Зерттеу нәтижесінде алынған нәтижелер (Sha және т.б., 2017) 75 км-ге дейінгі объектілер үшін құрылғының дәлдігін көрсетеді. күшейту схемалары пайдалы сигналдағы кедергілерден арылуға мүмкіндік береді, алайда мұндай объектілерге арналған жүйе дәл болмауы мүмкін, өйткені кездейсоқ әсер ету үшін кеңістіктік нүктелер саны артады.

Сонымен қатар, интерферометрлерді қолданатын белгілі әдістер кең таралған, өйткені олар дәл жұмыс істей алады, бірақ дәстүрлі әдістер кедергілерді жою туралы



шешімді білдірмейді. Жоғарыда ұсынылған жұмыстар қажетсіз механикалық, температуралық әсерлерден туындаған кедергілерді жою шешімдерін ұсынады. Сонымен қатар, бұл жүйелерді күрделі ортада қолдану қиын, мұнда жағымсыз механикалық әсерлер тек табиғи емес, сонымен қатар адам жасайды. Интерферометрлерді қолданудың негізгі кемшіліктері-олардың күрделілігі, өлшемдері, құны, сондай-ақ қабылдағыштардың шағын ажыратымдылығы. Әрі қарайғы зерттеулер өлшеу құралына қатысты кабельді қорғау жүйесін енгізудің оңтайлы нұсқаларын ұсынады.

(Yugaу және т.б., 2022) шахта бекіткіштерінің элементтеріндегі қысымды өлшеуді бақылау үшін талшықты-оптикалық датчиктер жасалды.

Авторлар ұсынған құрылғы талшықты-оптикалық сенсорларды құрудың белгілі шешімдерін қолданбайды: оптикалық интерферометрия, рефлектометрия, талшықты Брагг торлары немесе ұзақ мерзімді талшықты торлар. G. 652 стандартының кварцты бір режимді сенсоры сезімтал сенсор ретінде пайдаланылды. Сенсорға әсерді анықтау үшін жарық нүктесінің профилі қолданылады. Әзірленген жүйенің артықшылығы-жүйелер мен құрылғылардың қауіпсіз жұмысына қойылатын талаптар жоғарылаған шахталарда практикалық іске асырудың құны мен мүмкіндігі.

Жасанды интеллектті қолдану

Мониторинг жүйелеріндегі Машиналық оқыту ұзақ талшықты-оптикалық датчиктерді қолдана отырып, жүйенің әртүрлі параметрлерін жақсарту үшін кедергілер мен шуды жою үшін қолданылады

Жұмыста (Wu және т.б., 2015), уақыт аймағындағы фазаға сезімтал оптикалық рефлектометрия жүйелерінде (Ф-OTDR) қажетсіз бұзылулар мен кедергілерді (адам, жел, механикалық шамадан тыс кернеу, температура) бақылау жүйелерінде жою үшін нейрондық желіні қолдануды ұсынады. Таратылған қауіпсіздік жүйесі адамның мұнай немесе газ құбырларына, жоғары вольтты кабельдерге және ірі құрылымдарға басып кіруін анықтауды қамтамасыз ету үшін қолданылады. Ол әдіске негізделген сезімтал талшық бойындағы бірнеше әлсіз тербелістерді анықтау және локализациялау үшін талшықты-оптикалық зондтау. Мақалада кедергі Ф-OTDR жүйесі үшін оптикалық сигналдың көршілес өлшеу тенденцияларын ажырату арқылы анықталады. Импульстарды беру кезіндегі динамикалық сигналдар немесе олардың уақыттық реттілігі сонымен қатар әр кеңістіктік нүкте үшін әр түрлі сәттерде [T1, T2, ..., Tm] мерзімді мәліметтер жинауды жинақтау арқылы алынуы мүмкін, содан кейін уақыт пен кеңістіктік сигналдарға талдау жасалады, талдау нәтижелері уақыттың белгілі бір нүктелерінде алаңдатарлық оқиғалардың дамуын көрсетеді.

Әрі қарай, жүйеде болған оқиғаны анықтау үшін энергияның таралу коэффициенттері қолданылады. Бұл коэффициенттер сигналдарды компоненттерге бөлу арқылы алынады. Мазасыздықтың жоғарылауымен белгілі бір коэффициенттер артады және өсуді анықтаған кезде оқиғаны анықтауға болады. Мазасыз оқиғаның себебін, атап айтқанда адамның қоршаған ортаның



араласуынан бас тартуын ажырату үшін 3 қабатты нейрондық BPANN салынууда. BPAN архитектурасы көрсетілген.

Тәжірибелер келесі нәтижелерді көрсетті: сәйкестендіру жылдамдығы (IR) – 89.19 %, анықтаудың дәлдігі (PD) – 86.15 %, ал Nuisance дабыл деңгейі (NAR) – 1.75 %. BPANN дәлдік көрсеткіштері нейрондық желілердің басқа түрлерін қолданатын шешімдерден төмен.

Кедергілерді жою және әсер ету сипатын анықтау үшін (Adeel және т.б., 2019), ф-OTDR негізіндегі зоондау жүйелері қолданылады компьютерлік оқыту негізінде белгілеу экстракторы олайды кездесулерді сүзу (MF). Бұл әдіс тек мазасыздық аймағында шу әсерін азайтады. Дабыл оқиғасы туралы ақпарат алу процесі оптикалық сигналды бірнеше компоненттерге бөлу арқылы жүзеге асырылады. Белгілерді алу үшін Level Crossing (LC), Short - time Fast Fourier Transform (ST-FT), Discrete Wavelet Transform (DWT) құралдары пайдаланылды. Randomforest (RF) алгоритмі бұзылу аймақтарын жіктеу үшін қолданылды. Нәтижелерге сәйкес, өлшеу қателігі трендтер санымен азаяды. Бұл әдістің кемшілігі-өңдеу шығындарын азайту үшін Шу тек бұзылу орнында азаяды, ал бүкіл зондтау жүйесі үшін кедергілер мен шуды азайту әдістері бар.

(Che және т.б., 2019) нейрондық желіні және талшықты-оптикалық үлестірілген акустикалық зондтау (FDA) негізіндегі сенсорды қолданатын жүйені ұсынады. Жүйе әлсіз талшықты Брагг торымен (wFBG) уақыт аймағындағы фазаға сезімтал оптикалық рефлектометрия (8-OTDR) негізінде құрылған бөлшекті разрядтарды анықтау (PD) қуат кабельдерінде. Partial discharge (PD) қуат кабельдеріндегі оқшаулаудың зақымдануы мен бұзылуынан бұрын болады, сондықтан оны ерте тану маңызды. Зерттеуде конволюциялық нейрондық желі (CNN) моделіне негізделген тану әдісі ұсынылады кейбір типті сәйкестендіру: ішкі PD, тәж PD, беткі PD.

PD сигналдары ыдырау және қайта құру арқылы шығарылды. Әрі қарай, олар зондтау жүйесі жинаған PD сигналдары туралы бір өлшемді деректерді екі өлшемді жиілік-уақыт сипаттамаларының карталарына түрлендірді. Әрі қарай, MFC нысандарының суреттері тану үшін CN жіктеу моделіне жіберіледі. CNN моделінің оқу уақыты уақытылы жиіліктегі PD сигналдарының сипаттамаларын пайдаланған кезде қысқарады. Эксперименттік нәтижелер – 96,3 %, сезімталдық – 96,4 % және ерекшелік – 98,7 % жетеді.

CNN моделінің архитектурасы екі конволюциялық қабаттан тұрады. Екеуінен кейін максималды біріктіру қабаты келеді. Конвульсиялық қабаттар сипаттамалық белгілерді алу үшін кіріс кескініне әртүрлі сүзгілерді қолданады, ал біріктіру қабаттарын пайдаланып, өлшемдерін азайтады.

Тиімділік жұмыс модельдері сnn баланған жоғарыда алынған дәлдік, сезімталдық және ерекшелік, алған басқаларымен нәтижелер қолданылған алты дәстүрлі әдіспен. CNN моделінде барен жақсы өткізгіштік көрсеткіштері.

(Wang және т.б., 2020) бейімделу мен шуға төзімділікті арттыру үшін



ф-OTDR жүйесінде конволюциялық нейрондық желіні қолдануды ұсынады. Сандық кескінді өңдеу әдісі арқылы нейрондық желіні оқытуға арналған оқу жинағы алынды. Осылайша, бастапқы деректер мен дірілдің таралуы арасында сәйкестік орнатылды. Deeplearningtemporal-spatialdetection (DL-TSD) әдісінің орындылығын тексеру үшін сезімтал талшықта дірілдің үш түрлі түрі қолданылды. Оқыту жиынтығы арқылы үздіксіз оқыту арқылы нейрондық желі кіріс кескінін дірілдің таралуымен сәйкестендіре алады. Практикалық қолдану процесі тестілеу процесімен де сәйкес келеді. пиксель дәлдігі 99,95 % жетеді.

(Wu, 2019) OTDR құбырының техникалық күйін бақылау жүйесі үшін жасырын Марков модельдеріне (HMM) Негізделген уақыт тізбегін тану және білімді интеллектуалды талдау әдісі ұсынылған. Нақты сынақтардың эксперименттік деректері бар нәтижелер 98,2 % тану дәлдігін көрсетті. HMM-бұл deeplearning (RNN, LSTM) модельдерінің басым болуына байланысты қазіргі уақытта өзектілігін жоғалтқан машиналық оқытудың классикалық моделі.

Мақалада (Yang және т.б., 2021) авторлар OTDR оқиғаларын анықтаудың төмен жылдамдығы мәселесін шешудің мақсаты, алдымен OTDR сигналы n-ретті айырмашылықпен өңделгенде, содан кейін дифференциалды сигнал басылған кезде Машиналық оқыту әдісін қолданады. Есептеулердің күрделілігін азайту үшін дифференциалды сигналдың шыңдары табылып, шыңдардың сипаттамалары алынады. Әрі қарай объектілер белгіленеді және дербес оқыту үшін машиналық оқыту негізінде жіктеуішке жіберіледі. Оқытылған модель анықталған оқиғаларды шығару үшін онлайн болжау үшін қолданылады. Алгоритм 500 OTDR ізімен тексерілген, нәтижелер қосылым оқиғаларын анықтау жылдамдығы 200 итерациядан кейін 95 % жететінін көрсетеді.

CNN модельдері талшықты-оптикалық пайдалану арқылы кеңейтілген объектілердің техникалық күйін бақылаудың интеллектуалды жүйелерін құруда танымал құрал болып табылады. Сонымен (Shi және т.б., 2020), CNN-ді жіктеуіш ретінде тірек векторлық машиналар (SVM), сондай-ақ жұмыс процесін визуализациялау үшін қолданылады cnn қолданылған әдістер: Т-үлестірілген стохастикалық көршілерді ендіру (T-SNE) және өлшенген градиенті бар сынып белсенділігін көрсету (Grad-CAM).

CNN +SVM моделі жұмыс істеу үшін 11 997 кескінді қолданды сегіз санаттағы оқиғалар. Эксперименттік нәтижелер нейрондық желінің дәлдігін 94,17 % көрсетті. Жұмыста қарастырылған барлық басқа жұмыстардың ішінде нейрондық желіні оқыту үшін пайдаланылған суреттердің ең көп саны бар. Мақалада (Peng және т.б., 2020) Машиналық оқыту Адамның қозғалуынан туындаған діріл оқиғаларын тану үшін таратылған акустикалық датчиктері (DAS)бар талшықты-оптикалық жүйедегі деректерді ажырату үшін қолданылады. DAS ф-OTDR-ден тұрады және күшейту үшін жасанды Рэлей шашырау орталықтарын пайдаланады. Бұл жұмыс сонымен қатар адамдарды және басқаларды анықтау үшін конволюциялық терең нейрондық желілерді пайдаланады акустикалық сигналдар шығаратын оқиғалар.



Оқыту үшін машиналық оқыту қолданылды: бақыланатын және бақыланбайтын. Эксперименттік нәтижелер бақыланатын машиналық оқытуды пайдаланған кезде адамның жеке басын тану дәлдігі 76,25 %, ал бақыланбайтын машиналық оқытуды пайдаланған кезде 77,65 % - дан астамға жеткенін көрсетеді, қазіргі уақытта машиналық оқытуды пайдаланатын және тану дәлдігінің жоғары көрсеткіштерін көрсететін діріл оқиғаларын тану жүйелері бар.

Дәлдігін жақсарту үшін классификация күрделі болған кезде C-OTDR технологиясына негізделген оптикалық жүйелерде қоршаған орта жағдайлары және кедергілердің болуы бірнеше кадрлармен оқытуды жіктеу әдісін қолдануды ұсынды. Бұл әдіс уақыт серияларын беруге және деректерді циклдік өңдеуге негізделген. Мақсатты үлгілер үшін қажетті үлгілердің кейбір қосалқы түрлерінің жетіспеушілігімен авторлар жүргізу, келесі әрекет тәртібі әзірленді: қолда бар барлық деректер үлгілері mel-spectrum feature extractor көмегімен RGB кескіндеріне түрлендіріледі бұл кескіндер терең оқыту желісіне енгізуге жарамды. Содан кейін уақыт сериясын беру (TST) және CycleGAN көмегімен деректер көлемі артады. Әрі қарай, кеңейтілген деректер жиынтығы оқытылған AlexNet желісі үшін оқу жиынтығы ретінде қолданылады (бұл желі алдын-ала дайындалған). Ұсынылған әдістің эксперименттік нәтижесі жиынтықтың кіші сыныптарын жіктеудің орташа дәлдігін 79,28 % көрсетті.

Нәтижелер мен талқылаулар

Талданған әдебиеттерге сәйкес, техникалық жағдайды бақылау жүйелеріндегі негізгі проблема механикалық кернеулер мен температураның әсерінен болатын кедергілер болып табылады. Сонымен, (Zinsou және т.б., 2020) кедергіні жою шешімі EDFA және AOM жүйесіне қосу болып табылады, нәтижесінде сигнал күшейіп, кедергілер сөнеді. (Hong және т.б., 2021) – де кедергілер параллель AOM-мен, әр түрлі өткізу жиіліктерімен жойылды. Айта кету керек, басқа жағдайларда (Rohwetter және т.б., 2016) және (Wang және т.б., 2018) – ден басқа әдістер қолданылды, мұнда кедергілерді жою үшін басқа әдістер қолданылды, атап айтқанда сигналды сәйкесінше когерентті және когерентті емес компоненттерге және OTDR интерферометриясына бөлетін C-OTDR. Осылайша, дәлдік стандартты рефлектометрия жүйелеріне қарағанда жоғары болды. Бұл жүйелердегі кемшіліктер жүйенің күрделілігі және стандарттарға қатысты үлкен өлшемдер болып табылады. Қосымша зерттеулер кішірек өлшемдері мен қарапайым схемалары бар жүйелерді қарастырады. Алайда, өлшеу жүйелерін орындау принципіне қарамастан, ақпаратты өңдеу үшін күрделі Графиктер мен кескіндерді өңдеуге қабілетті интеллектуалды жүйелер қажет екенін атап өткен жөн.

Мәселен, мысалы, (Sha және т.б., 2019), сияқты тым ұзын нысандар үшін сигналдың қарқындылығы көптеген кездейсоқ параметрлерге байланысты болады, әсіресе мұндай жүйе техниканың немесе адамның қозғалысына сыртқы әсерлерге тым сезімтал болуы мүмкін, оптикалық сигналдың қарқындылығы лазердің тазалығына да байланысты.



Ақпаратты өңдеу және жақсарту үшін шуды және сыртқы әсерлерді тану көрсеткіштері нейрондық желілерді пайдаланды. Айта кету керек, қарастырылған нұсқа VFANN (Wu және т.б., 2015), дәлдігін арттыруға қабілетті дірілдің табиғаты мен орналасуын анықтау, CNN қолданатын жүйелер ең жоғары дәлдікті көрсетті (Che және т.б., 2019; Wang және т.б., 2020; Shi және т.б., 2020). Vpnn (87 %), SVM (85 % және 92.9 %), PNN (90.8 %), CNN (96.3 %), SRC (94.9 %) салыстырылған (Adeel және т.б., 2019) – де ұсынылған әртүрлі нейрондық желілердің нәтижелерін жақсы көрсетеді. Бұл ретте, адаптивтілік пен шуға төзімділікті арттыру үшін конволюциялық нейрондық желіні (Che және т.б., 2019) қолданған дұрыс.

Әрі қарайғы зерттеулерде осы шолу негізінде механикалық деформацияларды, құрылымы аз тербелістерді және жабдықты жасау шығындарын өлшеуге арналған арнайы жүйелер әзірленетін болады. Сонымен қатар, өлшеу жүйелері бойынша әдебиеттерді талдау негізінде оптикалық талшық шағын тербелістерге өте сезімтал деп қорытынды жасауға болады. Осы себепті, бәріне қарамастан мүмкін кедергілерді аппараттық құралдармен жоюдың тәсілдері, дәл жұмыс істеу үшін алынған графиктер немесе кескіндер бойынша ақпаратты өңдеуге қабілетті нейрондық желіні құру қажет.

Қорытынды

Принципі-OTDR-ге салынған үлестірілген талшықты-оптикалық датчиктер ұзындығы 1 км-ден аспайтын ұзын объектілердің техникалық жай-күйін мониторингтеу жүйелерінде кеңінен қолданылды, ұзындығы 75 км-ге дейінгі объектілер үшін құрылысқа басқа тәсіл қолданылады (Sha және т.б., 2017). Олар механикалық деформациялар, тербелістер туралы ақпаратты қабылдай алады, алайда бұл шешімдер сигналды поляризациялауға арналған құрылғыларды қосу арқылы жетілдірілгенімен, механикалық кернеулер мен температуралық әсерге байланысты мүмкін болатын қабаптасуларды болдырмауға көмектеседі, бірақ тербеліс көзінің түрін ажырата алмайды, осылайша адамдардың, жануарлардың, техниканың қозғалысына байланысты кедергілерге жауап береді. Қазіргі уақытта көптеген шешімдер бар, бірақ олардың көпшілігі φ-OTDR, лазер негізінде интерферометрияны қолдану арқылы жүзеге асырылады, толқын ұзындығы 1550 нм оптикалық сигналдар шығарады.

Алайда, мұндай құрылғыларды пайдалану кедергілерге тұрақсыздық, үлкен өлшемдер, жоғары шығындар сияқты кемшіліктерге ие. Айта кету керек, мұндай үлестірілген сенсорлар сезімтал элементтің ұзындығын ұлғайту кезінде шамалы тербелістерге сезімтал болады (Yugay және т.б., 2022). Осылайша, сенсорлар адам жасаған кедергілер болған кезде жалған позитивті сигналдарды да қабылдай алады. Жұмыстың дәлдігіне қол жеткізу үшін әсердің табиғатын танудың интеллектуалды жүйесін құру және оның орналасқан жерін анықтау ұсынылады.

Талшықты-оптикалық датчиктері бар және интеллектуалды бөлігі ретінде нейрондық желілерді пайдаланатын кеңейтілген объектілердің техникалық күйін бақылаудың қолданыстағы жүйелерін талдай отырып, ең жоғары дәлдік көрсеткіштері коагуляцияланған нейрондық желілерді көрсетеді деген қорытынды жасауға болады (Adeel және т.б., 2012).



ОДЕБИЕТТЕР

M. Adeel et al. (2020). "Impact-Based Feature Extraction Utilizing Differential Signals of Phase-Sensitive OTDR," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 38. № 8. Pp. 2539–2546, 15 April 15, 2020, doi: 10.1109/JLT.2020.2966413.

Adeel M., Tejedor J., Macias-Guarasa J. & Lu C. (2019). Improved Perturbation Detection in Direct Detected Φ -OTDR Systems using a Novel Match Filtering Approach. *IEEE Photonics Technology Letters*, 1–1. doi:10.1109/lpt.2019.2940297

Che Q., Wen H., Li X., Peng Z. & Chen K.P. (2019). Partial Discharge Recognition Based on Optical Fiber Distributed Acoustic Sensing and a Convolutional Neural Network. *IEEE Access* 7. 101758–101764. doi:10.1109/access.2019.2931040

R. Hong et al. (2021). "Enlarging Dynamic Strain Range in UWFBG Array-Based Φ -OTDR Assisted With Polarization Signal," in *IEEE Photonics Technology Letters*. Vol. 33. № 18. Pp. 994–997, 15 Sept. 15, 2021, doi: 10.1109/LPT.2021.3079186.

T. Kumagai, S. Sato and T. Nakamura (2012). "Fiber-optic vibration sensor for physical security system," 2012 IEEE International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis, 2012. Pp. 1171–1174, doi: 10.1109/CMD.2012.6416369.

Minardo A., Catalano E., Coscetta A., Zeni G., Di Maio C., Vassallo R., Picarelli L., Coviello R., Macchia G., Zeni L. (2021). Long-Term Monitoring of a Tunnel in a Landslide Prone Area by Brillouin-Based Distributed Optical Fiber Sensors. *Sensors* 2021, 21, 7032. <https://doi.org/10.3390/s21217032>

A. Masoudi, J.A. Pilgrim, T.P. Newson and G. Brambilla (2019). "Subsea Cable Condition Monitoring With Distributed Optical Fiber Vibration Sensor," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 37. № 4. Pp. 1352–1358. 15 Feb. 15, 2019, doi: 10.1109/JLT.2019.2893038.

Peng Z., Wen H., Jian J., Gribok A., Wang M., Huang S., Liu H., Mao Z.-H., Chen K.P. (2020). Identifications and classifications of human locomotion using Rayleigh-enhanced distributed fiber acoustic sensors with deep neural networks (2020) *Scientific Reports*, 10 (1). № 21014. DOI: 10.1038/s41598-020-77147-2

P. Rohwetter, R. Eisermann and K. Krebber (2016). "Random Quadrature Demodulation for Direct Detection Single-Pulse Rayleigh C-OTDR," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 34. № 19. Pp. 4437–4444. 1 Oct. 1. 2016, doi: 10.1109/JLT.2016.2557586.

Z. Sha, H. Feng, Y. Shi, W. Zhang and Z. Zeng (2017). "Phase-Sensitive OTDR With 75-km Single-End Sensing Distance Based on RP-EDF Amplification," in *IEEE Photonics Technology Letters*. Vol. 29. № 16. Pp. 1308–1311. 15 Aug. 15, 2017, doi: 10.1109/LPT.2017.2721963R.

Zinsou Y. Wang, X. Liu, Q. Bai, Y. Wang and B. Jin (2020). "Adaptive Pulse Period Method for Low-Frequency Vibration Sensing With Intensity-Based Phase-Sensitive OTDR Systems," in *IEEE Access*. Vol. 8. Pp. 41838–41846. 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2977000.

Shi Y., Wang Y., Wang L., Zhao L. & Fan Z. (2020). Multi-event classification for Φ -OTDR distributed optical fiber sensing system using deep learning and support vector machine. *Optik*, 221, 165373. doi:10.1016/j.ijleo.2020.165373

Shi Yia, Dai Shangweia, Liu Xinyua, Zhang Yingchaoa, Wu Xinjiea, Jiang Taoa (2022). Event recognition method based on dual-augmentation for an Φ -OTDR system with a few training samples. *Journal of Optical Communications and Networking*. May 2022. Vol 14. № 5. Pp 365. DOI/10.1364/OE.468779

Yugay V., Mekhtiyev A., Madi P., Neshina Y., Alkina A., Gazizov F., Afanaseva O., Ilyashenko S. (2022). Fiber-Optic System for Monitoring Pressure Changes on Mine Support Elements. *Sensors* 2022, 22, 1735. <https://doi.org/10.3390/s22051735>

Z. Yang, D. Hong, X. Feng and J. Xie (2021). "A Novel Event Detection Method for OTDR Trace with High Sensitivity Based on Machine Learning," 2021 2nd Information Communication Technologies Conference (ICTC), 2021. Pp. 265–269, doi: 10.1109/ICTC51749.2021.9441614.

H. Wu, S. Xiao, X. Li, Z. Wang, J. Xu and Y. Rao (2015). "Separation and Determination of the Disturbing Signals in Phase-Sensitive Optical Time Domain Reflectometry (Φ -OTDR)," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 33. № 15. Pp. 3156–3162. 1 Aug. 1. 2015, doi: 10.1109/JLT.2015.2421953.

Wang P., Lv Y., Wang Y., Liu X., Bai Q., Zhang H. & Jin B. (2020). Adaptability and Anti-noise



Capacity Enhancement for OTDR with Deep Learning. *Journal of Lightwave Technology*, 1–1. doi:10.1109/jlt.2020.3016712

H. Wu, X. Liu, Y. Xiao and Y. Rao, "A Dynamic Time Sequence Recognition and Knowledge Mining Method Based on the Hidden Markov Models (HMMs) for Pipeline Safety Monitoring With Φ -OTDR," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 37. № 19. Pp. 4991–5000. 1 Oct.1, 2019, doi: 10.1109/JLT.2019.2926745.

C. Wang, Y. Shang, W.-A. Zhao, X.-H. Liu, C. Wang and G.-D. Peng (2018). "Investigation and Comparison of Φ -OTDR and OTDR-Interferometry via Phase Demodulation," in *IEEE Sensors Journal*. Vol. 18. № 4. Pp. 1501–1505. 15 Feb.15. 2018, doi: 10.1109/JSEN.2017.2785358.

REFERENCES

M. Adeel et al. (2020). "Impact-Based Feature Extraction Utilizing Differential Signals of Phase-Sensitive OTDR," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 38. № 8. Pp. 2539–2546, 15 April15. 2020, doi: 10.1109/JLT.2020.2966413.

Adeel M., Tejedor J., Macias-Guarasa J. & Lu C. (2019). Improved Perturbation Detection in Direct Detected ϕ -OTDR Systems using a Novel Match Filtering Approach. *IEEE Photonics Technology Letters*, 1–1. doi:10.1109/lpt.2019.2940297

Che Q., Wen H., Li X., Peng Z. & Chen K.P. (2019). Partial Discharge Recognition Based on Optical Fiber Distributed Acoustic Sensing and a Convolutional Neural Network. *IEEE Access*, 7, 101758–101764. doi:10.1109/access.2019.2931040

R. Hong et al. (2021). "Enlarging Dynamic Strain Range in UWFBG Array-Based Φ -OTDR Assisted With Polarization Signal," in *IEEE Photonics Technology Letters*. Vol. 33. № 18. Pp. 994–997. 15 Sept.15, 2021, doi: 10.1109/LPT.2021.3079186.

T. Kumagai, S. Sato and T. Nakamura (2012). "Fiber-optic vibration sensor for physical security system," 2012 IEEE International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis, 2012. Pp. 1171–1174, doi: 10.1109/CMD.2012.6416369.

Minardo A., Catalano E., Coscetta A., Zeni G., Di Maio C., Vassallo R., Picarelli L., Coviello R., Macchia G., Zeni L. (2021). Long-Term Monitoring of a Tunnel in a Landslide Prone Area by Brillouin-Based Distributed Optical Fiber Sensors. *Sensors* 2021, 21, 7032. <https://doi.org/10.3390/s21217032>

A. Masoudi, J.A. Pilgrim, T.P. Newson and G. Brambilla (2019). "Subsea Cable Condition Monitoring With Distributed Optical Fiber Vibration Sensor," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 37. № 4. Pp. 1352–1358. 15 Feb.15. 2019, doi: 10.1109/JLT.2019.2893038.

Peng Z., Wen H., Jian J., Gribok A., Wang M., Huang S., Liu H., Mao Z.-H., Chen K.P. (2020). Identifications and classifications of human locomotion using Rayleigh-enhanced distributed fiber acoustic sensors with deep neural networks (2020) *Scientific Reports*, 10 (1), № 21014. DOI: 10.1038/s41598-020-77147-2

P. Rohwetter, R. Eisermann and K. Krebber (2016). "Random Quadrature Demodulation for Direct Detection Single-Pulse Rayleigh C-OTDR," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 34. № 19. Pp. 4437–4444. 1 Oct.1. 2016, doi: 10.1109/JLT.2016.2557586.

Z. Sha, H. Feng, Y. Shi, W. Zhang and Z. Zeng (2017). "Phase-Sensitive OTDR With 75-km Single-End Sensing Distance Based on RP-EDF Amplification," in *IEEE Photonics Technology Letters*. Vol. 29. № 16. Pp. 1308–1311. 15 Aug.15, 2017, doi: 10.1109/LPT.2017.2721963.

Shi Yia, Dai Shangweia, Liu Xinyua, Zhang Yingchaoa, Wu Xinjiea, Jiang Taoa (2022). Event recognition method based on dual-augmentation for an Φ -OTDR system with a few training samples. *Journal of Optical Communications and Networking*. May 2022. Vol 14. № 5. Pp 365. DOI/10.1364/OE.468779

Shi Y., Wang Y., Wang L., Zhao L. & Fan Z. (2020). Multi-event classification for Φ -OTDR distributed optical fiber sensing system using deep learning and support vector machine. *Optik*, 221, 165373. doi:10.1016/j.ijleo.2020.165373

R. Zinsou, Y. Wang, X. Liu, Q. Bai, Y. Wang and B. Jin (2020). "Adaptive Pulse Period Method for Low-Frequency Vibration Sensing With Intensity-Based Phase-Sensitive OTDR Systems," in *IEEE Access*. Vol. 8. Pp. 41838–41846. 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2977000.



C. Wang, Y. Shang, W.-A. Zhao, X.-H. Liu, C. Wang and G.-D. Peng (2018). "Investigation and Comparison of Φ -OTDR and OTDR-Interferometry via Phase Demodulation," in *IEEE Sensors Journal*. Vol. 18. № 4. Pp. 1501–1505. 15 Feb. 15, 2018, doi: 10.1109/JSEN.2017.2785358.

H. Wu, S. Xiao, X. Li, Z. Wang, J. Xu and Y. Rao (2015). "Separation and Determination of the Disturbing Signals in Phase-Sensitive Optical Time Domain Reflectometry (Φ -OTDR)," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 33. № 15. Pp. 3156–3162. 1 Aug. 1. 2015. doi: 10.1109/JLT.2015.2421953.

Wang P., L Y., Wang Y., Liu X., Bai Q., Zhang H. & Jin B. (2020). Adaptability and Anti-noise Capacity Enhancement for OTDR with Deep Learning. *Journal of Lightwave Technology*, 1–1. doi:10.1109/jlt.2020.3016712

H. Wu, X. Liu, Y. Xiao and Y. Rao (2019). "A Dynamic Time Sequence Recognition and Knowledge Mining Method Based on the Hidden Markov Models (HMMs) for Pipeline Safety Monitoring With Φ -OTDR," in *Journal of Lightwave Technology*. Vol. 37. № 19. Pp. 4991–5000. 1 Oct. 1. 2019, doi: 10.1109/JLT.2019.2926745.

Yugay V., Mekhtiyev A., Madi P., Neshina Y., Alkina A., Gazizov F., Afanaseva O., Ilyashenko S. (2022). Fiber-Optic System for Monitoring Pressure Changes on Mine Support Elements. *Sensors* 2022, 22, 1735. <https://doi.org/10.3390/s22051735>

Z. Yang, D. Hong, X. Feng and J. Xie (2021). "A Novel Event Detection Method for OTDR Trace with High Sensitivity Based on Machine Learning," 2021 2nd Information Communication Technologies Conference (ICTC), 2021. Pp. 265–269, doi: 10.1109/ICTC51749.2021.9441614.



**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

Ералы Диана Русланқызы

КОМПЬЮТЕРНАЯ ВЕРСТКА

Жадыранова Гульнур Даутбековна

Подписано в печать 15.03.2023.

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