

ISSN 2072-8964

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

2 (142) 2024

№ 2(142) 2024

Издается с 2002 года. Выходит 6 раз в год.

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ОГУ имени И.С. Тургенева)

Главный редактор – **Константинов Игорь Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Белгород)

Редакционная коллегия

Зам. главного редактора – **Коськин Александр Васильевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Аверченков Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Брянский государственный технический университет (Брянск)

Еременко Владимир Тарасович – доктор технических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Иванников Александр Дмитриевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, лауреат премий Правительства РФ в области образования за 1998 и 2008 гг., ФГБУН Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН (Москва)

Кузичкин Олег Рудольфович – доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Белгород)

Подмастерьев Константин Валентинович – доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, почетный работник науки и техники РФ, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Попков Юрий Соломонович – доктор технических наук, профессор, академик РАН заслуженный деятель науки РФ, Институт системного анализа ФИЦ ИУ РАН (Москва)

Раков Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Соколов Игорь Анатольевич – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, Институт прикладной информатики РАН, ВМК МГУ им. Ломоносова (Москва), ФИЦ ИУ РАН (Москва)

Савина Ольга Александровна – доктор экономических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Рубрики номера

1. Математическое и компьютерное моделирование.....5-20
2. Информационные технологии в социально-экономических и организационно-технических системах21-89
3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами.....90-104
4. Математическое и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.....105-122
5. Информационная безопасность и защита информации.....123-127

Перечень специальностей ВАК

- 2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)
- 2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций (технические науки)
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)
- 2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)
- 2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки)

Редакция

*Федорова Наталья Юрьевна
Митин Александр Александрович*

Адрес издателя журнала

302026, Орловская область г. Орел,
ул. Комсомольская, 95
+7(4862) 75-13-18 www.oreluniver.ru
E-mail: info@oreluniver.ru

Адрес редакции

302020, Орловская область, г. Орел,
Наугорское шоссе, 40
+7(4862) 43-49-56
www. https://oreluniver.ru/science/journal/isit
E-mail: Fedorovanat57@mail.ru

Сдано в набор 01.04.2024 г.
Подписано в печать 15.04.2024 г.
Дата выхода в свет 18.06.2024 г.
Формат 70x108 / 16
Усл. печ. л. 7,5. Тираж 300 экз. Цена свободная
Заказ №

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе
ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»,
302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95
Подписной индекс 15998 по объединенному каталогу
«Пресса России»
на сайтах www.pressa-rf.ru, www.akc.ru

Материалы статей печатаются в авторской редакции.
Право использования произведений предоставлено авторами на основании п.2 ст. 1286 Четвертой части ГК РФ.

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.
Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС 77-67168 от 16.09.2016 г.

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определенных ВАК для публикации трудов на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук.

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2024

№ 2(142) 2024

The journal is published since 2002, leaves six times a year
The founder – Orel State University named after I.S. Turgenev

Editor-in-chief – **Konstantinov Igor Sergeevich**, doctor of engineering sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Belgorod state national research university (Belgorod)

Editorial board

Deputy Editor-in-Chief - **Koskin Alexander Vasilyevich**, doctor of engineering sciences, professor, honored worker of higher education of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Averchenkov Vladimir Ivanovich – doctor of engineering sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Bryansk state technical university (Bryansk)

Eremenko Vladimir Tarasovich – doctor of engineering sciences, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Ivannikov Alexander Dmitrievich – doctor of engineering sciences, professor, chief researcher, laureate of the Government of the Russian Federation in the field of education for 1998 and 2008, Institute of design problems in microelectronics of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

Kuzichkin Oleg Rudolfovich – doctor of engineering sciences, professor, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Belgorod state national research university (Belgorod)

Podmasteriev Konstantin Valentinovich – doctor of engineering sciences, professor, honored worker of higher education of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, honorary worker of science and technology of the Russian Federation, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Popkov Yuri Solomonovich – doctor of engineering sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, honored scientist of the Russian Federation, Institute of system analysis of the FIT IU RAS

Rakov Vladimir Ivanovich – doctor of engineering sciences, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Sokolov Igor Anatolyevich – doctor of engineering sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, laureate of the Russian Government Prize in Science and Technology, Institute of Applied Informatics of the Russian Academy of Sciences, Lomonosov Moscow State University (Moscow), FITZ IU RAS (Moscow)

Savina Olga Aleksandrovna – doctor of economics, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

In this number

1. **Mathematical and computer simulation**.....5-20
2. **Information technologies in social and economic and organizational-technical systems**.....21-89
3. **Automation and control of technological processes and manufactures**.....90-104
4. **Software of the computer facilities and the automated systems**.....105-122
5. **Information and data security**.....113-127

List of specialties of the Higher Attestation Commission

- 2.2.8. Methods and devices for monitoring and diagnostics of materials, products, substances and the natural environment (engineering I sciences)
- 2.2.15. Telecommunication systems, networks and devices (engineering I sciences)
- 2.3.1. System analysis, management and information processing (engineering sciences)
- 2.3.3. Automation and control of technological processes and productions (engineering sciences)
- 2.3.4. Management in organizational systems (engineering sciences)

The editors

Fedorova Natalia Yurievna
Mitin Alexander Alexandrovich

It is sent to the printer's on 01.04.2024

15.04.2024 is put to bed

Date of publication 18.06.2024

Format 70x108 / 16.

Convent. printer's sheets 7,5. Circulation 300 copies

Free price

The order №

It is printed from a ready dummy layout

on polygraphic base of Orel State University

302026, Orel, Komsomolskaya street, 95

Index on the catalogue

«Pressa Rossii» 15998

www.pressa-rr.ru and www.akc.ru

The address of the publisher of journal

302026, Orel region, Orel,
Komsomolskaya street, 95
(4862) 75-13-18; www.oreluniver.ru;
E-mail: info@oreluniver.ru

The address of the editorial office

302020, Orel region, Orel, Highway Naugorskoe, 40
(4862) 43-49-56;
www. https://oreluniver.ru/science/journal/isit;
E-mail: Fedorovanat57@mail.ru

*The materials of the articles are printed in the author's edition.
The right to use the works is granted by the authors on the basis of clause 2 of Article 1286 of the Fourth Part of the Civil Code of the Russian Federation.*

Journal is registered in Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications.

The certificate of registration

ПИ №ФС 77-67168 от 16 сентября 2016 г.

Journal is included into the list of the Higher Attestation Commission for publishing the results of theses for competition the academic degrees.

© Orel State University, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>В.В. БЕЗРУЧКО, Д.Ю. МУЗАЛЕВСКИЙ, В.К. САНСЕВИЧ</i> Параметрическая модель процесса выработки и принятия решений по оперативно-техническому управлению объектом связи.....	5-13
<i>С.В. ПОПОВ</i> Поиск компромисса и сегментирование рынка.....	14-20

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

<i>В.Г. АБАШИН, Н.А. ЗАГОРОДНИХ, В.Ю. ПРЕСНЕЦОВА</i> Перспективы использования нейросетей в процессе совершенствования управления коммерческими организациями.....	21-27
<i>К.В. АБРАМОВ, Т.Н. БАЛАБАНОВА, Д.И. ГАЙВОРОНСКАЯ</i> Использование нейронных сетей для распознавания агрессии по речевому сигналу.....	28-36
<i>В.А. АВДЕЕНКОВ, Н.М. ВЕРШИНИНА, В.Н. ВОЛКОВ, Ф.А. МАСТЯЕВ, Е.Н. НОХТУЕВА, Д.В. РЫЖЕНКОВ, Л.А. ТЕРЕХОВА, Е.Н. ТОКМАКОВА</i> Проектирование структуры нейронной сети для задачи распознавания эмоций на фотографиях.....	37-45
<i>П.О. АРХИПОВ, А.А. СТЫЧУК</i> Разработка методики анализа графических данных для идентификации объектов с использованием нейросетевой технологии.....	46-54
<i>А.Ю. БОРОДАЩЕНКО, А.Ю. ЛИЧМАН, Е.А. САЗОНОВА, О.А. СУББОТЕНКО</i> Разработка алгоритма сбора данных о предпосылках к протестному голосованию на основе анализа поисковых запросов.....	55-63
<i>С.А. БУЛГАКОВА, А.Ю. УЖАРИНСКИЙ</i> Подходы к построению сервиса автоматизации деятельности центра трудоустройства.....	64-69
<i>О.А. ДЕЯБ, А.С. СЕЛИВАНОВ, Д.Ю. ЧЕРНИКОВ</i> Эффективное обнаружение пожара с использованием технологии LoRaWAN и глубокого обучения в беспроводных сенсорных сетях.....	70-79
<i>А.Ю. КРЫЛАТОВ, Д.В. ФУРСОВ</i> Интеллектуальная система поддержки принятия решений в задаче распространения информации в средствах массовой коммуникации.....	80-89

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

<i>Г.Е. БОМБЕЛО, В.Р. ОСТАПОВ, Д.П. САННИКОВ</i> Система диспетчеризации водозаборного узла.....	90-97
<i>А.А. КАТУНИН, И.В. МАЛОФЕЕВ, Н.И. МАРКИН, Д.Р. ПАДЕРИН</i> Исследование эффективности и практической применимости универсальных мобильных платформ для оптимизации зарядки и диагностики мультироторных БПЛА.....	98-104

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

<i>Д.В. КОРНИЕНКО, А.В. НИКУЛИН</i> Применение телеметрических данных микросервисов для визуализации архитектур информационных систем.....	105-116
<i>А.Д. ЛОПАТИН, П.В. ЛУКЪЯНОВ</i> Программная реализация алгоритма Ли на языке программирования C# для решения задачи поиска пути в лабиринте.....	117-122

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

<i>В.Т. ЕРЕМЕНКО</i> Основные принципы передачи однофотонных сигналов по квантово-криптографическим системам.....	123-127
--	---------

CONTENT

MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

V.V. BEZRUCHKO, D.Yu. MUZALEVSKIY, V.K. SANSEVICH

Parametric model of the process of development and decision-making on operational and technical managing a communication facility.....5-13

S.V. POPOV

Finding a compromise and market segmentation.....14-20

INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIAL AND ECONOMIC AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

V.G. ABASHIN, N.A. ZAGORODNIX, V.Yu. PRESNECzOVA

Prospects for the use of neural networks in the process of improving the management of commercial organizations.....21-27

K.V. ABRAMOV, T.N. BALABANOVA, D.I. GAJVORONSKAYa

Using neural networks to recognize aggression by speech signal.....28-36

*V.A. AVDEENKOV, N.M. VERShININA, V.N. VOLKOV, F.A. MASTYaEV, E.N. NOXTUEVA, D.V. RY'ZhENKOV,
L.A. TEREXOVA, E.N. TOKMAKOVA*

Designing the structure of a neural network for the task of recognizing emotions in photographs.....37-45

P.O. ARXIPOV, A.A. STY'ChUK

Development of a methodology for analyzing graphical data to identify objects using neural network technology.....46-54

A.Yu. BORODASHhENKO, A.Yu. LICHMAN, E.A. SAZONOVA, O.A. SUBBOTENKO

Developing an algorithm for collecting data on preconditions of protest voting through analysis of search queries.....55-63

S.A. BULGAKOVA, A.Yu. UZHARINSKIY

Approaches to building automation service for employment center activities.....64-69

O.A. DEYaB, A.S. SELIVANOV, D.Yu. ChERNIKOV

Effective fire detection using LoRaWAN technology and deep learning in wireless sensor networks.....70-79

A.Yu. KRY'LATOV, D.V. FURSOV

Intelligent system in the problem of information distribution in mass communications.....80-89

AUTOMATION AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND MANUFACTURES

G.E. BOMBELO, V.R. OSTAPOV, D.P. SANNIKOV

Water intake node dispatching system.....90-97

A.A. KATUNIN, I.V. MALOFEEV, N.I. MARKIN, D.R. PADERIN

Study of the effectiveness and practical applicability of universal mobile platforms for optimizing charging and diagnostics of multi-rotor UAVS.....98-104

SOFTWARE OF THE COMPUTER FACILITIES AND THE AUTOMATED SYSTEMS

D.V. KORNIENKO, A.V. NIKULIN

The use of telemetric microservice data to visualize information system architectures.....105-116

A.D. LOPATIN, P.V. LUK'YaNOV

Program implementation of Lee algorithm in C# programming language for solving the problem of pathfinding in a labyrinth.....117-122

INFORMATION AND DATA SECURITY

V.T. ERYoMENKO

Basic principles of transmission of single-photon signals via quantum data transmission systems.....123-127

В.В. БЕЗРУЧКО, Д.Ю. МУЗАЛЕВСКИЙ, В.К. САНСЕВИЧ

**ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВЫРАБОТКИ
И ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОПЕРАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОМУ
УПРАВЛЕНИЮ ОБЪЕКТОМ СВЯЗИ**

В статье рассмотрено параметрическое описание процесса выработки и принятия решений по оперативно-техническому управлению объектом связи. На основании разработанной параметрической модели предложена система показателей оценивания качества процесса выработки и принятия решений.

Ключевые слова: *принятие решений; управление; параметрическая модель; показатель эффективности.*

© Безручко В.В., Музалевский Д.Ю., Сансевич В.К., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Безручко В.В., Кравченко В.Р., Сансевич В.К. Моделирование подсистемы управления сетью связи. – Информационные системы и технологии, 2022. – № 2 (130). – Орел: ОГУ.
2. Замятина О.М. Инфокоммуникационные системы и сети. Основы моделирования: учебное пособие для СПО. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 159 с.
3. Юдин Д.Б. Вычислительные методы теории принятия решений. – М.: КД Либроком, 2014. – 320 с.
4. Набатова Д.С. Математические и инструментальные методы поддержки принятия решений: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 292 с.

Безручко Валерий Владимирович

ФГКВБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент

Музалевский Денис Юрьевич

ФГКВБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент

Сансевич Валерий Константинович

ФГКВБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент

V.V. BEZRUCHKO (*Candidate of Engineering Science, Associate Professor*)

D.Yu. MUZALEVSKIY (*Candidate of Engineering Science, Associate Professor*)

V.K. SANSEVICH (*Candidate of Engineering Science, Associate Professor*)
The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel

**PARAMETRIC MODEL OF THE PROCESS OF DEVELOPMENT AND DECISION-MAKING
ON OPERATIONAL AND TECHNICAL MANAGING A COMMUNICATION FACILITY**

The article considers a parametric description of the process of developing and making decisions on operational and technical management of a communication facility. Based on the developed parametric model, a system of indicators for assessing the quality of the decision-making process is proposed.

Keywords: decision-making; management; parametric model; performance indicator.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Bezruchko V.V., Kravchenko V.R., Sansevich V.K. Modelirovanie podsistemy upravlenija set'ju svjazi. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2022. – № 2(130). – Orel: OGU.
2. Zamjatina O.M. Infokommunikacionnye sistemy i seti. Osnovy modelirovanija: uchebnoe posobie dlja SPO. –M.: Izdatel'stvo Jurajt, 2019. – 159 s.
3. Judin D.B. Vychislitel'nye metody teorii prinjatija reshenij. – M.: KD Librokom, 2014. – 320 c.
4. Nabatova D.S. Matematicheskie i instrumental'nye metody podderzhki prinjatija reshenij: Uchebnik i praktikum dlja bakalavriata i magistratury. – Ljubercy: Jurajt, 2016. – 292 c.

УДК 519.688

С.В. ПОПОВ

ПОИСК КОМПРОМИССА И СЕГМЕНТИРОВАНИЕ РЫНКА

Разрешение конфликтных ситуаций, личных, производственных, социальных в жизни человека встречается постоянно. И требуется определенная квалификация переговорщика, чтобы успешно разрешать конфликты. Как правило, это делается на основе поиска компромисса, т.е. когда каждая из сторон уступает часть своих требований, потому что отсутствие договоренности приводит к обоюдным и несравненно более высоким потерям. В статье предлагается логическая теория компромисса, которая может послужить основой для создания системы автоматического подсказчика выбора уступок для достижения компромисса. С другой стороны, предлагается механизм восстановления установок каждой из сторон по ходу переговоров в случае, когда установки каждой стороны исходно не известны оппонентам. В итоге это может привести к более взвешенному выбору решения. Наконец, решается еще одна задача – деление рынка между двумя производителями, выпускающих схожие продукты. Что можно рассматривать как поиск компромисса, которым здесь являются две разные позиции, полученные из одной.

Ключевые слова: переговоры; компромисс; булева алгебра; логическое моделирование; открытая информация; закрытая информация; типы незнания; сегментирование рынка.

© Попов С.В., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попов С.В. Дискуссия: логика и психология. – М.: Ридеро, 2022. – 568 с. – ISBN 978-5-0056-7556-9.
2. Попов С.В. Логическое моделирование. – М.: Тривант, 2006. – 256 с.
3. Попов С.В. Прикладная логика. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 216 с. – ISBN 978-5-9221-1340-3.
4. Макдональд М., Данбар Я. Сегментирование рынка. – М.: ИГ ДИС, 2002
5. Зозулев А.В. Промышленный маркетинг: рыночная стратегия: учебное пособие. – К.: Центр учебной литературы, 2010. – 576 с.

Попов Сергей Викторович

ООО «Научно-внедренческая фирма «БП+», г. Орел
Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник
Тел.: 8 906 568 69 85
E-mail: s-v-popov@yandex.ru

S.V. POPOV (Candidate of Physico-mathematical Sciences, Senior Researcher)
LLC Research and Innovation Firm BP+, Orel

FINDING A COMPROMISE AND MARKET SEGMENTATION

The resolution of conflict situations, personal, industrial, social, in human life occurs constantly. And it takes a certain qualification of a negotiator to successfully resolve conflicts. As a rule, this is done on the basis of finding a compromise, i.e. when each of the parties concedes part of its demands, because the lack of agreement leads to mutual and incomparably higher losses. The article proposes a logical theory of compromise, which can serve as the basis for creating a system of automatic prompter for choosing concessions to achieve a compromise. On the other hand, a mechanism is proposed for restoring the installations of each of the parties during negotiations in the case when the installations of each side are not initially known to the opponents. As a result, this may lead to a more balanced decision-making. Finally, another task is being solved - the division of the market between two manufacturers producing similar products. Which can be seen as a search for a compromise, which here are two different positions derived from one.

Keywords: negotiations; compromise; Boolean algebra; logical modeling; open information; closed information; types of ignorance; market segmentation.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Popov S.V. Diskussija: logika i psihologija. – М.: Ridero, 2022. – 568 s. – ISBN 978-5-0056-7556-9.
2. Popov S.V. Logicheskoe modelirovanie. – М.: Trovant, 2006. – 256 s.
3. Popov S.V. Prikladnaja logika. – М.: FIZMATLIT, 2011. – 216 s. – ISBN 978-5-9221-1340-3.
4. Makdonal'd M., Danbar Ja. Segmentirovanie rynka. – М.: IG DIS, 2002
5. Zozulev A.V. Promyshlennyj marketing: rynochnaja strategija: uchebnoe posobie. – К.: Centr uchebnoj literatury, 2010. – 576 s.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 681.5

В.Г. АБАШИН, Н.А. ЗАГОРОДНИХ, В.Ю. ПРЕСНЕЦОВА

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕЙРОСЕТЕЙ В ПРОЦЕССЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОММЕРЧЕСКИМИ ОРГАНИЗАЦИЯМИ

Актуальность исследования обусловлена стремительным распространением нейросетей во многих сферах экономической и финансовой деятельности. В работе рассмотрена характеристика и практическая значимость технологий искусственного интеллекта. Определены особенности работы нейросетей. Проанализированы тенденции развития нейросетей и их преимущества в практическом использовании. Выявлена практическая значимость для управления экономическими системами коммерческих организаций.

Ключевые слова: нейросети; технологии искусственного интеллекта; цифровизация управления; цифровые технологии; экономическая система; управление коммерческими организациями.

© Абашин В.Г., Загородних Н.А., Преснецова В.Ю., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванова С.П., Мясоедов А.И. Изменения в цифровой экономике и ее влияние на общество. – Экономика. Социология. Право, 2023. – № 1(29). – С. 14-23.
2. Как использовать нейронные сети в бизнесе. Блог [Электронный ресурс]. – URL: <https://dzen.ru/a/ZBgSdLUhWkxKGOx0>.
3. Кочкин Т.Н. Анализ рынка искусственного интеллекта в мире и отношения к нему бизнеса в России. – Молодой ученый, 2022. – № 4(399). – С. 106-108.
4. Воробьева А.В., Зиборова Е.С. Мировой рынок искусственного интеллекта: сегментация и перспективы развития // В сборнике: Молодежь и научно-технический прогресс. – Губкин-Старый Оскол, 2023. – С. 227-229.

5. Дементьев К.И. Анализ мирового опыта применения искусственного интеллекта для оптимизации бизнес-процессов предприятий. – *Управленческое консультирование*, 2023. – № 1(169). – С. 107-120.
6. Ахматова Д.Р. Экономический потенциал искусственного интеллекта: мировой опыт, российская практика и перспективы стран ЕАЭС. – *Экономика и управление инновациями*, 2023. – № 3(26). – С. 15-24.
7. Курбанова Я.К., Бахтиярова Н.Б. Искусственный интеллект и дорога в бизнес будущего. – *Матрица научного познания*, 2023. – № 10-1. – С. 354-356.
8. Ридель Л.Н. и др. Искусственный интеллект в управлении бизнес-процессами / Л.Н. Ридель, И.В. Ильина, К.А. Моисеева, И.А. Проворных // *Глобальный научный потенциал*, 2022. – № 11(140). – С. 214-216.
9. Применение нейросетей для анализа обратной связи клиентов [Электронный ресурс]. – URL: <https://dzen.ru/a/ZWrkX6zreD2pL8-m> (дата обращения: 30.03.2024).
10. Эскерханова Л.Т., Амирова Э.Ф., Батчаева З.Б. Использование технологии блокчейн и искусственного интеллекта в управлении бизнес-процессами. – *Первый экономический журнал*, 2023. – № 3(333). – С. 98-105.
11. Стоит ли МСБ инвестировать в «цифру» и какие инструменты выбрать в 2024-м [Электронный ресурс]. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6465e4d39a79474b00a85e06> (дата обращения: 30.03.2024).
12. Ломарев Н.М. Использование искусственного интеллекта в риск-менеджменте банка. – *Современная математика и концепции инновационного математического образования*, 2021. – Т. 8. – №1. – С. 447-456.

Абашин Валерий Геннадьевич

ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», г. Москва
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры анализа данных и машинного обучения
E-mail: valeriy@abashin.ru

Загородних Николай Анатольевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий
E-mail: nick2112@mail.ru

Преснецова Виктория Юрьевна

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий
E-mail: alluvian@mail.ru

V.G. ABASHIN (*Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor, Associate Professor of the Department of Data Analysis and Machine Learning
Financial University under the Government of the Russian Federation, Moscow*)

N.A. ZAGORODNIX (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies*)

V.Yu. PRESNECZOVA (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies
Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel*)

**PROSPECTS FOR THE USE OF NEURAL NETWORKS IN THE PROCESS
OF IMPROVING THE MANAGEMENT OF COMMERCIAL ORGANIZATIONS**

The relevance of the study is due to the rapid spread of neural networks in many areas of economic and financial activity. The paper examines the characteristics and practical significance of artificial intelligence technologies. The features of the operation of neural networks are determined. The trends in the development of neural networks and their advantages in practical use are analyzed. The practical significance for managing the economic systems of commercial organizations has been revealed.

Keywords: neural networks; artificial intelligence technologies; digitalization of management; digital technologies; economic system; management of commercial organizations.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Ivanova S.P., Mjasoedov A.I. Izmeneniya v cifrovoj jekonomike i ee vlijanie na obshhestvo. – Jekonomika. Sociologija. Pravo, 2023. – № 1(29). – S. 14-23.
2. Kak ispol'zovat' nejronnye seti v biznese. Blog [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://dzen.ru/a/ZBgSdLUhWkxKGOx0>.
3. Kochkin T.N. Analiz rynka iskusstvennogo intellekta v mire i otnosheniya k nemu biznesa v Rossii. – Molodoy uchenyj, 2022. – № 4(399). – S. 106-108.
4. Vorob'eva A.V., Ziborova E.S. Mirovoj rynek iskusstvennogo intellekta: segmentacija i perspektivy razvitiya // V sbornike: Molodezh' i nauchno-tehnicheskij progress. – Gubkin-Staryj Oskol, 2023. – S. 227-229.
5. Dement'ev K.I. Analiz mirovogo opyta primeneniya iskusstvennogo intellekta dlja optimizacii biznes-processov predpriyatij. – Upravlencheskoe konsul'tirovanie, 2023. – № 1(169). – S. 107-120.
6. Ahmatova D.R. Jekonomicheskij potencial iskusstvennogo intellekta: mirovoj opyt, rossijskaja praktika i perspektivy stran EAJeS. – Jekonomika i upravlenie innovacijami, 2023. – № 3(26). – S. 15-24.
7. Kurbanova Ja.K., Bahtijarova N.B. Iskusstvennyj intellekt i doroga v biznes budushhego. – Matrica nauchnogo poznaniya, 2023. – № 10-1. – S. 354-356.
8. Ridel' L.N. i dr. Iskusstvennyj intellekt v upravlenii biznes-processami / L.N. Ridel', I.V. Il'ina, K.A. Moiseeva, I.A. Provornyh // Global'nyj nauchnyj potencial, 2022. – № 11(140). – S. 214-216.
9. Primenenie nejrosetej dlja analiza obratnoj svyazi klientov [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://dzen.ru/a/ZWrkX6zreD2pL8-m> (data obrashheniya: 30.03.2024).
10. Jeskerhanova L.T., Amirova Je.F., Batchaeva Z.B. Ispol'zovanie tehnologii blokchejn i iskusstvennogo intellekta v upravlenii biznes-processami. – Pervyj jekonomicheskij zhurnal, 2023. – № 3(333). – S. 98-105.
11. Stoit li MSB investirovat' v «cifru» i kakie instrumenty vybrat' v 2024-m [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/6465e4d39a79474b00a85e06> (data obrashheniya: 30.03.2024).
12. Lomarev N.M. Ispol'zovanie iskusstvennogo intellekta v risk-menedzhmente banka. –Sovremennaja matematika i koncepcii innovacionnogo matematicheskogo obrazovaniya, 2021. – Т. 8. – №1. – S. 447-456.

УДК 623.76

К.В. АБРАМОВ, Т.Н. БАЛАБАНОВА, Д.И. ГАЙВОРОНСКАЯ

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ
ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ АГРЕССИИ ПО РЕЧЕВОМУ СИГНАЛУ**

Статья посвящена вопросу распознавания агрессии по устной речи человека. Представляется, что данный вопрос паралингвистики является актуальным, поскольку системы распознавания агрессии могут быть использованы в различных системах безопасности. Для решения задачи распознавания агрессии по устной речи предложено использовать сверточную нейронную сеть с использованием идеи VGG. Для обучения и тестирования CNN была использована база эмоциональной речи на русском языке Dusha. Результаты тестирования показали, что предложенная нейронная сеть эффективно решает задачу распознавания агрессии по устной речи.

Ключевые слова: речевые данные; речевые базы данных; нейронные сети; сверточные нейронные сети; распознавание агрессии; классификация; методы классификации.

© Абрамов К.В., Балабанова Т.Н., Гайворонская Д.И., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горшков Ю.Г., Дорофеев А.В. Речевые детекторы лжи коммерческого применения // Информационный мост (ИНФОРМОСТ). – Радиоэлектроника и Телекоммуникация, 2003. – № 6. – С. 13-15.
2. Майсак Н.В. Матрица социальных девиаций: классификация типов и видов девиантного поведения. – Современные проблемы науки и образования, 2010. – № 4. – С. 78-86.
3. Агрессия у детей и подростков: учебное пособие / Под ред. Н. М. Платоновой. – СПб.: Речь, 2006. – 336 с.
4. Dellaert F., Polzin T., Waibel A. Recognizing emotion in speech // Proceedings of the 4th Int. Conf. Spoken Lang. Process (ICSLP), 1996. – P. 1970-1973.
5. Neiberg D., Elenius K., Laskowski K. Emotion recognition in spontaneous speech using GMMs // Proceedings of the 9th Int. Conf. Spoken Lang. Process, 2006. – P. 809-812.
6. Schuller B.W., Batliner A., Bergler C. The interspeech 2021 Computational Paralinguistics Challenge: COVID-19 Cough, COVID-19 Speech, Escalation & Primates // Proceedings of Interspeech, 2021. – P. 431-435.
7. Nogueiras A., Moreno A., Bonafonte A. Speech emotion recognition using hidden Markov models // Proceedings of the 7th Eur. Conf. Speech Commun. Technol, 2001. – P. 746-749.
8. Балабанова Т.Н. и др. Автоматическое обнаружение гнева и агрессии в речевых сигналах / Т.Н. Балабанова, К.В. Абрамов, А.В. Болдышев, Д.М. Долбин // Экономика. Информатика, 2023. – № 50(4). – С. 944-954. – DOI: 10.52575/2687-0932-2023-50-4-944-954.
9. Raudys Š. On the universality of the single-layer perceptron model. –Neural Networks and Soft Computing. Physica, Heidelberg, 2003. – P. 79-86.
10. Kim J., Truong K.P., Englebienne G. Learning spectro-temporal features with 3D CNNs for speech emotion recognition // Proceedings of the 7th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 2017. – P. 383-388.
11. Wang J., Xue M., Culhane R. Speech emotion recognition with dual-sequence lstm architecture // Proceedings of International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2020. – P. 64746478.
12. Hsu W.N., Bolte B., Tsai Y.-H.H. Hubert: Self-supervised speech representation learning by masked prediction of hidden units // IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 2021. – Vol. 29. – P. 3451-3460.

Абрамов Кирилл Владиславович

ФГБОУ ВО «Московский технический университет связи и информатики», г. Москва

Студент

Тел.: 8 910 737 78 21

E-mail: kirya_abramov_2002@bk.ru

Балабанова Татьяна Николаевна

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,

г. Белгород

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий

Тел.: 8 919 432 37 79

E-mail: sozonova@bsu.edu.ru

Гайворонская Диана Игоревна

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,

г. Белгород

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий

Тел.: 8 950 714 52 78

E-mail: trubitsyna@bsu.edu.ru

Moscow Technical University of Communication and Informatics, Moscow

T.N. BALABANOVA (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies*)

D.I. GAJVORONSKAYA (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies*)
Belgorod State National Research University, Belgorod

USING NEURAL NETWORKS TO RECOGNIZE AGGRESSION BY SPEECH SIGNAL

The article is devoted to the issue of recognizing aggression from human oral speech. It seems that this issue of paralinguistics is relevant, since aggression recognition systems can be used in various security systems. To solve the problem of recognizing aggression from oral speech, it is proposed to use a convolutional neural network using the VGG idea. To train and test the CNN, the Dusha database of emotional speech in Russian was used. The testing results showed that the proposed neural network effectively solves the problem of recognizing aggression in oral speech.

Keywords: *speech data; speech databases; neural networks; convolutional neural networks; aggression recognition; classification; classification methods.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Gorshkov Ju.G., Dorofeev A.V. Rechevye detektory lzhi kommercheskogo primenenija // Informacionnyj most (INFORMOST). – Radioelektronika i Telekommunikacija, 2003. – № 6. – S. 13-15.
2. Majsak N.V. Matrica social'nyh deviacij: klassifikacija tipov i vidov deviantnogo povedenija. – Sovremennye problemy nauki i obrazovanija, 2010. – № 4. – S. 78-86.
3. Agressija u detej i podrostkov: uchebnoe posobie / Pod red. N. M. Platonovoj. – SPb.: Rech', 2006. – 336 s.
4. Dellaert F., Polzin T., Waibel A. Recognizing emotion in speech // Proceedings of the 4th Int. Conf. Spoken Lang. Process (ICSLP), 1996. – P. 1970-1973.
5. Neiberg D., Elenius K., Laskowski K. Emotion recognition in spontaneous speech using GMMs // Proceedings of the 9th Int. Conf. Spoken Lang. Process, 2006. – P. 809-812.
6. Schuller B.W., Batliner A., Bergler C. The interspeech 2021 Computational Paralinguistics Challenge: COVID-19 Cough, COVID-19 Speech, Escalation & Primates // Proceedings of Interspeech, 2021. – P. 431-435.
7. Nogueiras A., Moreno A., Bonafonte A. Speech emotion recognition using hidden Markov models // Proceedings of the 7th Eur. Conf. Speech Commun. Technol, 2001. – P. 746-749.
8. Balabanova T.N. i dr. Avtomaticheskoe obnaruzhenie gneva i agressii v rechevyh signalah / T.N. Balabanova, K.V. Abramov, A.V. Boldyshev, D.M. Dolbin // Jekonomika. Informatika, 2023. – № 50(4). – S. 944-954. – DOI: 10.52575/2687-0932-2023-50-4-944-954.
9. Raudys Š. On the universality of the single-layer perceptron model. –Neural Networks and Soft Computing. Physica, Heidelberg, 2003. – P. 79-86.
10. Kim J., Truong K.P., Englebienne G. Learning spectro-temporal features with 3D CNNs for speech emotion recognition // Proceedings of the 7th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 2017. – P. 383-388.
11. Wang J., Xue M., Culhane R. Speech emotion recognition with dual-sequence lstm architecture // Proceedings of International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2020. – P. 64746478.
12. Hsu W.N., Bolte B., Tsai Y.-H.H. Hubert: Self-supervised speech representation learning by masked prediction of hidden units // IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing, 2021. – Vol. 29. – P. 3451-3460.

УДК 004.032.26

В.А. АВДЕЕНКОВ, Н.М. ВЕРШИНИНА, В.Н. ВОЛКОВ, Ф.А. МАСТЯЕВ,
Е.Н. НОХТУЕВА, Д.В. РЫЖЕНКОВ, Л.А. ТЕРЕХОВА, Е.Н. ТОКМАКОВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ НА ФОТОГРАФИЯХ

Целью данного исследования является проектирование эффективной структуры нейронной сети для распознавания эмоций методами машинного обучения путем введения системы оценивая, а также вывода рекомендаций пользователю по тренировке выражения эмоций. Задачами данного исследования являются описание предметной области, обзор и выбор архитектуры нейронной сети для распознавания эмоций по изображениям человеческого лица, определение особенностей предлагаемого программного обеспечения, в частности вывода рекомендаций по тренировке эмоций.

Ключевые слова: нейронные сети; архитектура нейронной сети; программные продукты распознавания эмоций.

© Авдеенков В.А., Вершинина Н.М., Волков В.Н., Мастяев Ф.А., Нохтуева Е.Н., Рыженков Д.В., Терехова Л.А., Токмакова Е.Н., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Эффект доктора Фокса: почему важно тренировать выразительную мимику и жесты [Электронный ресурс]. – URL: <https://gurutest.ru/publication/effekt-doktora-foksa-pochemu-vazhno-trenirovat-vyirazitelnyuyu-mimiku-i-zhestyi/>.
2. Исследование рынка систем распознавания эмоций [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/133686/>.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс; пер. с англ. – М: Диалектика, 2019. – 1104 с.
4. Трубин А.Е. и др. Построение оптимальной модели сверточной нейронной сети для решения задач распознавания сложных символов / А.Е. Трубин, А.В. Батищев, А.Н. Алексахин, А.Е. Зубанова, А.А. Морозов // Информационные технологии, 2023. – Т. 29. – № 2. – С. 84-90. – DOI: 10.17587/it.29.84-90.
5. Зубанова А.Е. и др. Применение нейронных сетей для анализа текстовой информации о состоянии рынка / А.Е. Зубанова, О.П. Култыгин, Н.Н. Люблинская, Ф.А. Мастяев, А.М. Нечаев, А.Е. Трубин // Информационные системы и технологии, 2023. – № 1(135). – С. 53-64.
6. Трубин А.Е. и др. Построение и анализ модели машинного обучения для краткосрочного прогнозирования рынка биткоина на основе рекуррентных нейронных сетей / А.Е. Трубин, В.А. Ожередов, А.А. Морозов, А.В. Батищев, А.Н. Алексахин, Е.В. Филимонова // Прикладная информатика, 2022. – Т. 17. – № 3(99). – С. 45-54. – DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-3-45-54.
7. Зубанова А.Е. и др. Синергия эконометрического и нейросетевого моделирования для определения факторов обеспеченности регионов РФ транспортной инфраструктурой / А.Е. Зубанова, А.А. Морозов, А.Е. Трубин, А.Н. Алексахин, С.В. Новиков // Прикладная информатика, 2022. – Т. 17. – № 1. – С. 5-18. – DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-1-5-18.
8. Трубин А.Е. и др. Методика предобработки данных машинного обучения для решения задач компьютерного зрения / А.Е. Трубин, А.А. Морозов, А.Е. Зубанова, В.А. Ожередов, В.С. Корепанова // Прикладная информатика, 2022. – Т. 17. – № 4(100). – С. 47-56. – DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-4-47-56.
9. Введение в архитектуры нейронных сетей [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/companies/oleg-bunin/articles/340184/>.
10. Сверточная нейронная сеть (CNN) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.helenkapatsa.ru/sviortochnaia-nieironnaia-siet/>.
11. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // Advances in Neural Information Processing Systems, 2012. – № 25(2). – P.

84-90. – DOI:10.1145/3065386.

Авдеенков Владимир Александрович

НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва
Преподаватель кафедры цифровой экономики
E-mail: wladimirawdejenkow@mail.ru

Вершинина Наталья Михайловна

НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва
Преподаватель кафедры цифровой экономики, консультант отдела баз данных, Федеральный центр информатизации при Центральной избирательной комиссии Российской Федерации
E-mail: vershina1036@gmail.com

Волков Вадим Николаевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий
Тел.: 8 (4862) 43-49-56
E-mail: vadimvolkov@list.ru

Мастяев Филипп Алексеевич

НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва
Старший преподаватель кафедры цифровой экономики
E-mail: raven128@yandex.ru

Нохтуева Евгения Николаевна

НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва
Старший преподаватель кафедры Информационного менеджмента и информационно-коммуникационных технологий им. профессора В.В. Дика
E-mail: enokhtueva@synergy.ru

Рыженков Денис Викторович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, исполняющий обязанности заведующего кафедрой информационных систем и цифровых технологий
Тел.: 8 (4862) 43-49-56
E-mail: denrvictor@yandex.ru

Терехова Лидия Анатольевна

НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва
Кандидат педагогических наук, доцент кафедры информационного менеджмента и информационно-коммуникационных технологий им. профессора В.В. Дика
E-mail: lterekhova@synergy.ru

Токмакова Елена Николаевна

НОЧУ ВО «Московский финансово-промышленный университет «Синергия», г. Москва
Кандидат экономических наук, доцент кафедры цифровой экономики
E-mail: e_tokmakova@mail.ru

V.A. AVDEENKOV (*Lecturer of the Department of Digital Economics*)

N.M. VERSHININA (*Lecturer of the Department of Digital Economics, Consultant of the Database Department, Federal Center for Informatization of the Central Election Commission of the Russian Federation*)
Moscow University for Industry and Finance «Synergy», Moscow

V.N. VOLKOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies*)
Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel

F.A. MASTYAEV (*Senior Lecturer of the Department of Digital Economics*)

E.N. NOXTUEVA (*Senior Lecturer of the Department of Information Management and Information and Communication Technologies named after Professor V.V. Dick*)
Moscow University for Industry and Finance «Synergy», Moscow

D.V. RY'ZhENKOV (*Candidate of Engineering Sciences,*
Acting Head of the Department of Information Systems and Digital Technologies)
Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel

L.A. TEREXOVA (*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of Information Management and Information and Communication Technologies named after Professor V.V. Dick*)

E.N. TOKMAKOVA (*Candidate of Economic Sciences,*
Associate Professor of the Department of Digital Economics)
Moscow University for Industry and Finance «Synergy», Moscow

DESIGNING THE STRUCTURE OF A NEURAL NETWORK FOR THE TASK OF RECOGNIZING EMOTIONS IN PHOTOGRAPHS

The purpose of this study is to design the effective structure of a neural network for emotion recognition by machine learning methods by introducing an evaluation system, as well as output recommendations to the user on training. The objectives of this study are to describe the subject area, review and select the architecture of a neural network for recognizing emotions from images of a human face, determine the features of the proposed software, in particular, the output of recommendations for training emotions.

Keywords: *neural networks; neural network architecture; emotion recognition software products.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Effekt doktora Foksa: pochemu vazhno trenirovat' vyrazitel'nuju mimiku i zhesty [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://gurutest.ru/publication/effekt-doktora-foksa-pochemu-vazhno-trenirovat-vyrazitel'nuyu-mimiku-i-zhestyi/>.
2. Issledovanie rynka sistem raspoznavanija jemocij [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://habr.com/ru/articles/133686/>.
3. Hajkin S. Nejrornyie seti: polnyj kurs; per. s angl. – M: Dialektika, 2019. – 1104 s.
4. Trubin A.E. i dr. Postroenie optimal'noj modeli svertochnoj nejronnoj seti dlja reshenija zadach raspoznavanija slozhnyh simvolov / A.E. Trubin, A.V. Batishev, A.N. Aleksahin, A.E. Zubanova, A.A. Morozov // Informacionnye tehnologii, 2023. – T. 29. – № 2. – S. 84-90. – DOI: 10.17587/it.29.84-90.
5. Zubanova A.E. i dr. Primenenie nejronnyh setej dlja analiza tekstovoj informacii o sostojanii rynka / A.E. Zubanova, O.P. Kul'tygin, N.N. Ljublinskaja, F.A. Mastjaev, A.M. Nechaev, A.E. Trubin // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2023. – № 1(135). – S. 53-64.
6. Trubin A.E. i dr. Postroenie i analiz modeli mashinnogo obuchenija dlja kratkosrochnogo prognozirovanija rynka bitkoina na osnove rekurrentnyh nejronnyh setej / A.E. Trubin, V.A. Ozheredov, A.A. Morozov, A.V. Batishev, A.N. Aleksahin, E.V. Filimonova // Prikladnaja informatika, 2022. – T. 17. – № 3(99). – S. 45-54. – DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-3-45-54.
7. Zubanova A.E. i dr. Sinergija jekonometricheskogo i nejrosetevogo modelirovanija dlja opredelenija faktorov obespechennosti regionov RF transportnoj infrastrukturoj / A.E. Zubanova, A.A. Morozov, A.E. Trubin, A.N. Aleksahin, S.V. Novikov // Prikladnaja informatika, 2022. – T. 17. – № 1. – S. 5-18. – DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-1-5-18.
8. Trubin A.E. i dr. Metodika predobrabotki dannyh mashinnogo obuchenija dlja reshenija zadach komp'yuternogo zrenija / A.E. Trubin, A.A. Morozov, A.E. Zubanova, V.A. Ozheredov, V.S. Korepanova // Prikladnaja informatika, 2022. – T. 17. – № 4(100). – S. 47-56. – DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-4-47-56.
9. Vvedenie v arhitektury nejronnyh setej [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://habr.com/ru/companies/oleg-bunin/articles/340184/>.
10. Svertochnaja nejronnaja set' (CNN) [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.helenkapatsa.ru/sviortochnaia-nieironnaia-siet/>.
11. Krizhevsky A., Sutskever I., Hinton G.E. ImageNet classification with deep convolutional neural networks // Advances in Neural Information Processing Systems, 2012. – № 25(2). – P. 84-90. – DOI:10.1145/3065386.

УДК 004.93

П.О. АРХИПОВ, А.А. СТЫЧУК

**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АНАЛИЗА ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ
ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Разработана методика анализа графических данных для идентификации объектов с использованием нейросетевой технологии. Описан комплексный метод, основанный на последовательном применении основных алгоритмов обработки, нормализации и классификации данных, с пояснением рекомендуемых параметров и процедур для реализации новой нейросетевой модели классификации объектов. Предложенная нейросетевая модель выполнена на основе созданного шаблона проектирования SE-SOTA-ConvNet, и показала высокую точность классификации обнаруженных на панорамах объектов с отнесением их к установленным заранее категориям. Проведено экспериментальное исследование полученных результатов на базе зарегистрированного программного обеспечения, подтвердившее высокую точность разработанных алгоритмов.

Ключевые слова: панорама; беспилотный летательный аппарат; нейросеть; датасет; классификация; объект.

© Архипов П.О., Стычук А.А., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипов П.О., Цуканов М.В. Алгоритмическая модель устранения отличий уровня освещенности между снимками, составляющими фотоплан. – Информационные системы и технологии, 2019. – № 4. – С. 23-29.
2. Архипов П.О., Цуканов М.В. Информационная модель технологии коррекции яркости и цвета при создании панорамных изображений. – Системы высокой доступности, 2020. – Т.16. – № 3. – С. 46-51. – DOI: 10.18127/j20729472-202003-04.
3. Архипов П.О., Цуканов М.В. Алгоритмическая модель обнаружения аномалий на одновременных панорамах. – Системы высокой доступности, 2021 – Т. 17. – № 2. – С. 5-10. – DOI: 10.18127/j20729472-202102-01.
4. Архипов П.О. и др. Исследование методов детектирования ключевых точек при создании панорамных изображений / П.О. Архипов, А.К. Трофименков, М.В. Цуканов, Н.Ю. Носова // Системы и средства информатики, 2022. – Т. 32. – № 2. – С. 92-104. – DOI: 10.14357/08696527220209.
5. Филиппских С.Л. Классификация извлекаемых из панорам изображений нейронной сетью с модулем сдвигания-возбуждения. – Интеллектуализация обработки информации: тезисы докладов 14-й Международной конференции. – М.: Российская академия наук, 2022. – С. 204-209.
6. Lowe D.G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. – International Journal of Computer Vision, 2004. – Vis. 60(2). – P. 91-110.
7. Nixon M.S., Aguado A.S. Feature Extraction and Image Processing. – Academic Press, 2008.
8. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – Изд. 3-е, испр. и доп. – Москва: Техносфера, 2012. – 1104 с. – ISBN 978-5-94836-331-8.
9. Архипов П.О., Филиппских С.Л., Цуканов М.В. Программная система определения и классификации аномалий на сравниваемых панорамах, полученных при проведении аэрофотосъемки с БПЛА. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2023685690, 29.11.2023. Заявка от 24.11.2023. - 1с.
10. Arkhipov P.O., Philippskih S.L. Building an ensemble of convolutional neural networks for classifying panoramic images. – Pattern Recognition and Image Analysis, 2022. – Vol. 32. – № 3. – P. 511-514. – DOI: 10.1134/S1054661822030051.

11. Архипов П.О., Филиппских С.Л. Распознавание аномалий на разновременных панорамах с использованием нейросетевого подхода консолидации моделей. – Системы и средства информатики, 2023. – Т. 33. – № 2. – С.13-24. – DOI: 10.14357/08696527230202.
12. ЦКП «Информатика» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.frccsc.ru/ckp> (дата обращения: 22.12.23).

Архипов Павел Олегович

Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, Орловский филиал,
г. Орел
Кандидат технических наук, директор филиала
Тел.: 8 (4862) 33-01-68
E-mail: arpaul@mail.ru

Стычук Алексей Александрович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий
Тел.: 8 (4862) 43-49-56
E-mail: stichuck@yandex.ru

*P.O. ARXIPOV (Candidate of Engineering Sciences, Branch Director)
Federal Research Center «Computer Science and Control» of the RAS, Orel Branch, Orel*

*A.A. STY'CHUK (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies)
Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel*

**DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR ANALYZING GRAPHICAL DATA
TO IDENTIFY OBJECTS USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGY**

A technique for analyzing graphical data for identifying objects using neural network technology has been developed. A comprehensive method based on the consistent application of basic algorithms for processing, normalization and classification of data is described, with an explanation of the recommended parameters and procedures for implementing a new neural network model of object classification. The proposed neural network model is based on the created SE-SATA-Convention design template, and has shown high accuracy in classifying objects detected on panoramas and assigning them to pre-established categories. An experimental study of the obtained results was carried out on the basis of registered software, which confirmed the high accuracy of the developed algorithms.

Keywords: *panorama; unmanned aerial vehicle; neural network; dataset; classification; object.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Arhipov P.O., Cukanov M.V. Algoritmicheskaja model' ustraneniya otlichij urovnja osveshhennosti mezhdu snimkami, sostavljajushhimi fotoplan. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2019. – № 4. – С. 23-29.
2. Arhipov P.O., Cukanov M.V. Informacionnaja model' tehnologii korrekcii jarkosti i cveta pri sozdanii panoramnyh izobrazhenij. – Sistemy vysokoj dostupnosti, 2020. – Т.16. – № 3. – С. 46-51. – DOI: 10.18127/j20729472-202003-04.
3. Arhipov P.O., Cukanov M.V. Algoritmicheskaja model' obnaruzhenija anomalij na raznovremennyh panoramah. – Sistemy vysokoj dostupnosti, 2021 – Т. 17. – № 2. – С. 5-10. – DOI: 10.18127/j20729472-202102-01.
4. Arhipov P.O. i dr. Issledovanie metodov detektirovanija ključevyh toček pri sozdanii panoramnyh izobrazhenij / P.O. Arhipov, A.K. Trofimenkov, M.V. Cukanov, N.Ju. Nosova // Sistemy i sredstva informatiki, 2022. – Т. 32. – № 2. – С. 92-104. – DOI: 10.14357/08696527220209.
5. Filippskih S. L. Klassifikacija izvlekaemyh iz panoram izobrazhenij nejronnoj set'ju s modulem sdavlivaniya-vozbuzhdenija. – Intellektualizacija obrabotki informacii: tezisy dokladov 14-j Mezhdunarodnoj konferencii. – М.: Rossijskaja akademija nauk, 2022. – С. 204-209.
6. Lowe D.G. Distinctive image features from scale-invariant keypoints. – International Journal of Computer Vision, 2004. – Vis. 60(2). – P. 91-110.
7. Nixon M.S., Aguado A.S. Feature Extraction and Image Processing. – Academic Press, 2008.

8. Gonsales R., Vuds R. Cifrovaja obrabotka izobrazhenij. – Izd. 3-e, ispr. i dop. – Moskva: Tehnosfera, 2012. – 1104 s. – ISBN 978-5-94836-331-8.
9. Arhipov P.O., Filippskih S.L., Cukanov M.V. Programmnaja sistema opredelenija i klassifikacii anomalij na sravnivaemyh panoramah, poluchennyh pri provedenii ajerofotos#emki s BPLA. Svidetel'stvo o registracii programmy dlja JeVM RU 2023685690, 29.11.2023. Zajavka ot 24.11.2023. - 1s.
10. Arkhipov P.O., Philippskih S.L. Building an ensemble of convolutional neural networks for classifying panoramic images. – Pattern Recognition and Image Analysis, 2022. – Vol. 32. – № 3. – P. 511-514. – DOI: 10.1134/S1054661822030051.
11. Arhipov P.O., Filippskih S.L. Raspoznavanie anomalij na raznovremennyh panoramah s ispol'zovaniem nejrosetevogo pohoda konsolidacii modelej. – Sistemy i sredstva informatiki, 2023. – Т. 33. – № 2. – S.13-24. – DOI: 10.14357/08696527230202.
12. СКР «Информатика» [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.frccsc.ru/ckp> (data obrashhenija: 22.12.23).

УДК 004.021

А.Ю. БОРОДАЩЕНКО, А.Ю. ЛИЧМАН, Е.А. САЗОНОВА, О.А. СУББОТЕНКО

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СБОРА ДАННЫХ О ПРЕДПОСЫЛКАХ К ПРОТЕСТНОМУ ГОЛОСОВАНИЮ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ПОИСКОВЫХ ЗАПРОСОВ

Предложен алгоритм сбора данных о предпосылках к протестному голосованию на основе анализа поисковых запросов. В качестве индикатора данного процесса в регионе вводится понятие «заинтересованности» граждан темой протестного голосования, выраженное на основе авторской методики в виде числового значения и используемое для принятия управленческих решений в ходе избирательного процесса.

Ключевые слова: протестное голосование; анализ поисковых запросов; индикатор; «заинтересованность»; скользящее среднее; нечеткая логика; автоматизированное программное обеспечение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фельдман П.Я. Технологии управления электоральной активностью: к оценке эффективности современных сетевых технологий управления протестной электоральной активностью, 2020. – С. 46-50.
2. Аль-Дайни М.А. Электоральный протест: теоретические проблемы и возможности региональных исследований. – Социально-гуманитарные знания, 2017. – № 2. – С. 269-280.

Бородащенко Антон Юрьевич

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент, сотрудник
Тел.: 8 (4862) 41-99-32
E-mail: bay55@mail.ru

Личман Алексей Юрьевич

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Сотрудник
Тел.: 8 (4862) 41-99-32
E-mail: lichtman03@gmail.com

Сазонова Елена Александровна

ФГКВОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел
Кандидат педагогических наук, сотрудник
Тел.: 8 (4862) 41-99-32
E-mail: gea.07@mail.ru

Субботенко Ольга Алексеевна

ФГКБОУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел

Кандидат педагогических наук, сотрудник

Тел.: 8 (4862) 41-99-32

E-mail: motylek20@yandex.ru

A. Yu. BORODASHhENKO (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Employee*)

A. Yu. LIChMAN (*Employee*)

E. A. SAZONOVA (*Candidate of Pedagogic Sciences, Employee*)

O. A. SUBBOTENKO (*Candidate of Pedagogic Sciences, Employee*)

The Academy of Federal Security Guard Service of the Russian Federation, Orel

DEVELOPING AN ALGORITHM FOR COLLECTING DATA ON PRECONDITIONS OF PROTEST VOTING THROUGH ANALYSIS OF SEARCH QUERIES

This paper proposes an algorithm for collecting data on the preconditions for protest voting through the analysis of search queries. To measure citizens' interest in the topic of protest voting, the concept of «interest» is introduced and expressed as a numerical value using the author's methodology. This value can be used to make managerial decisions during the electoral process.

Keywords: *protest voting; analysis of search queries; indicator; «interest»; moving average; fuzzy logic; working software.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Fel'dman P. Ja. Tehnologii upravlenija jelektoral'noj aktivnost'ju: k ocenke jeffektivnosti sovremennyh setevyh tehnologij upravlenija protestnoj jelektoral'noj aktivnost'ju, 2020. – S. 46-50.
2. Al'-Dajni M. A. Jelektoral'nyj protest: teoreticheskie problemy i vozmozhnosti regional'nyh issledovanij. – Social'no-gumanitarnye znaniya, 2017. – № 2. – S. 269-280.

УДК 004.62

С. А. БУЛГАКОВА, А. Ю. УЖАРИНСКИЙ

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ СЕРВИСА АВТОМАТИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРА ТРУДОУСТРОЙСТВА

В статье рассматриваются вопросы построения сервиса для автоматизации деятельности центра трудоустройства выпускников ВУЗа. Представлены функциональные требования к сервису. Описана структура сервиса и представлена модель данных для хранения информации.

Ключевые слова: *сервис для центра трудоустройства; модель данных; функциональные требования.*

© Булгакова С. А., Ужаринский А. Ю., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коваленко С. О. Центры развития карьеры вуза: их цели и задачи. – Вестник КазГУКИ. 2017. – № 4 [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsentry-razvitiya-kariery-vuza-ih-tseli-i-zadachi> (дата обращения: 09.01.2024).
2. Как должны измениться центры карьеры при вузах: планы и перспективы [Электронный ресурс]. – URL: <https://skillbox.ru/media/education/tsentry-karery-dolzhny-izmenitsya>
3. Арсеньева Е. Роль центра трудоустройства в вузе. – Ректор ВУЗа, 2016. – № 2.

4. Коськин А.В., Новиков С.В., Ужаринский А.Ю. Анализ системы веб-сервисов Интернет-представительства Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева. – Научно-технический вестник Поволжья, 2023. – № 8. – С. 78-82.

Булгакова Софья Андреевна

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Студент
E-mail: sofabulgakova55@gmail.com

Ужаринский Антон Юрьевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий
Тел.: 8 910 264 56 76
E-mail: udjal89@mail.ru

S.A. BULGAKOVA (*Student*)

A.Yu. UZHARINSKIY (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies
Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel*)

**APPROACHES TO BUILDING AUTOMATION SERVICE
FOR EMPLOYMENT CENTER ACTIVITIES**

The article discusses the issues of building a service to automate the activities of the employment center for university graduates. Functional requirements for the service are presented. The structure of the service is described and a data model for storing information is presented.

Keywords: *service for the employment center; data model; functional requirements.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Kovalenko S.O. Centry razvitija kar'ery vuza: ih celi i zadachi. – Vestnik KazGUKI. 2017. – № 4 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsentry-razvitiya-kariery-vuza-ih-tseli-i-zadachi> (data obrashhenija: 09.01.2024).
2. Kak dolzhny izmenit'sja centry kar'ery pri vuzah: plany i perspektivy [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://skillbox.ru/media/education/tsentry-karery-dolzhny-izmenitsya>
3. Arsen'eva E. Rol' centra trudoustrojstva v vuze. – Rektor VUZa, 2016. – № 2.
4. Kos'kin A.V., Novikov S.V., Uzharinskij A.Ju. Analiz sistemy veb-servisov Internet-predstavitel'stva Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta imeni I.S. Turgeneva. – Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja, 2023. – № 8. – S. 78-82.

УДК 355.58:621.396

О.А. ДЕЯБ, А.С. СЕЛИВАНОВ, Д.Ю. ЧЕРНИКОВ

**ЭФФЕКТИВНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ПОЖАРА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ LORAWAN И ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ
В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ**

Крайне важно оперативно обнаруживать пожары и отправлять уведомления в режиме реального времени, чтобы обеспечить быстрое реагирование на кризис. Эффективное тушение пожаров не только спасает жизни и имущество, но и минимизирует материальные потери. В данной статье рассматривается возможность использования LoRaWAN для передачи сигналов пожарной тревоги в центр управления. Для обнаружения пожара использовались алгоритмы глубокого обучения и беспроводные сенсорные сети. Модель YOLOv5 адаптирована для выявления пожаров и оповещения терминальных устройств. Терминальные устройства могут отправлять сигналы тревоги на станцию LoRaWAN на расстоянии до пяти километров. Периферийные

устройства могут передавать сигналы пожарной тревоги с интервалом в одну секунду или с другими интервалами времени в зависимости от настроенных параметров. Технология LoRaWAN продемонстрировала свою способность передавать сигналы пожарной тревоги и мгновенно получать их из центра управления пожаром.

Ключевые слова: беспроводные сенсорные сети; YOLOv5; LoRaWAN; пожарный водомет; глубокое обучение; обнаружение пожара.

© Деяб О.А., Селиванов А.С., Черников Д.Ю., 2024

Исследование выполнено в рамках государственного задания ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», (номер FSRZ-2023-0008).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Venkatesh S. Data Reduction Techniques in Wireless Sensor Networks with Internet of Things // International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering 12.8s, 2024. – 81-92.
2. Wajgi Dipak W., Jitendra V. Tembhurne. Localization in wireless sensor networks and wireless multimedia sensor networks using clustering techniques // Multimedia Tools and Applications 83.3, 2024. – 6829-6879.
3. Kaur Puneet. Early Forest Fire Detection Using a Protocol for Energy-Efficient Clustering with Weighted-Based Optimization in Wireless Sensor Networks // Applied Sciences 13.5, 2023. – 3048.
4. Dheyab O.A., Chernikov D., Selivanov A. Fire Size Calculation for Automatic Calibration of Water Spray Nozzle in Firefighting Robots // 5th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), 2023. – Lipetsk, Russian Federation, 2023. – P. 231-234.
5. Dheyab O.A., Chernikov D.Yu., Selivanov A.S. Integration of Deep Learning and Wireless Sensor Networks for Accurate Fire Detection in Indoor Environment // Журнал Сибирского федерального университета. – Техника и технологии 17.1, 2024. – 124-135.
6. Nouar Abdelouahab. Impact of Mobility Model on LoRaWan Performance // Journal of Communications 19.1, 2024.
7. Hristov G. and other. Emerging Methods for Early Detection of Forest Fires Using Unmanned Aerial Vehicles and Lorawan Sensor Networks / G. Hristov, J. Raychev, D. Kinaneva, P. Zahariev // 28th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), Hafnarfjordur, Iceland, 2018. – P. 1-9.
8. Sendra Sandra. LoRaWAN network for fire monitoring in rural environments // Electronics 9.3, 2020. – 531.
9. Gaitan Nicoleta Cristina, Paula Hojbot. Forest fire detection system using LoRa technology // International Journal of Advanced Computer Science and Applications 11.5, 2020.
10. Safi Abdullah. A fault tolerant surveillance system for fire detection and prevention using LoRaWAN in smart buildings // Sensors 22.21, 2022. – 8411.
11. Dheyab O.A., Chernikov D.Yu., Selivanov A.S. Using the City's Surveillance Cameras to Create a Visual Sensor Network to Detect Fires, 2024. – P. 266-274.
12. Chen L.-Y. and other. A LoRa-based air quality monitor on unmanned aerial vehicle for smart city / L.-Y. Chen, H.-S. Huang, C.-J. Wu, Y.-T. Tsai, Y.-S. Chang // In Int. Conf. Syst. Sci. Eng., 2018. –P. 1-5.
13. Guo Yi. Power-Efficient Transmissions in LoRa Uplink Systems // IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2024.
14. Bonilla Vicky, Brandon Campoverde, Sang Guun Yoo. A Systematic Literature Review of LoRaWAN: Sensors and Applications. // Sensors 23.20, 2023. – 8440.
15. Farhad Arshad, Jae-Young Pyun. LoRaWAN Meets ML: A Survey on Enhancing Performance with Machine Learning // Sensors 23.15, 2023. – 6851.
16. Povalac Ales. Exploring LoRaWAN Traffic: In-Depth Analysis of IoT Network Communications // Sensors 23.17, 2023. – 7333.

17. Elbsir Housseem Eddin. Evaluation of LoRaWAN class B performances and its optimization for better support of actuators // Computer Communications 198, 2023. – 128-139.
18. Aras Emekcan. Selective jamming of LoRaWAN using commodity hardware." Proceedings of the 14th EAI International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services, 2017. – P. 363-372.
19. Almuhaya Mukarram AM. A survey on Lorawan technology: Recent trends, opportunities, simulation tools and future directions // Electronics 11.1, 2022. – 164.

Деяб Омер Али

ФГБОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск
Аспирант кафедры Инфокоммуникаций
Ассистент
Технологический университет, Ирак
E-mail: Omer.A.Dheyab@uotechnology.edu.iq

Селиванов Александр Сергеевич

ФГБОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск
Аспирант кафедры Инфокоммуникаций
E-mail: aselivanov@sfu-kras.ru

Черников Дмитрий Юрьевич

ФГБОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой Инфокоммуникаций
E-mail: dchernikov@sfu-kras.ru

O.A. DEYAB (*Post-graduate Student*)
Siberian Federal University», Krasnoyarsk
(*Assistant Professor*)
University of Technology, Iraq

A.S. SELIVANOV (*Post-graduate Student*)

D. Yu. ChERNIKOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,*
Acting Head of Department of Infocommunications)
Siberian Federal University», Krasnoyarsk

**EFFECTIVE FIRE DETECTION USING LORAWAN TECHNOLOGY
AND DEEP LEARNING IN WIRELESS SENSOR NETWORKS**

It is crucial to detect fires promptly and issue notifications in real time to enable rapid crisis response. Efficient firefighting not only saves lives and property but also minimizes material losses. This paper seeks to investigate the feasibility of utilizing LoRaWAN for transmitting fire alarms to the control center. Deep learning algorithms and wireless sensor networks were utilized for fire detection. The YOLOv5 model has been adapted to identify fires and provide notifications to terminal devices. Up to five kilometers away, the terminal devices can send alarms to the LoRaWAN station. Peripheral devices can transmit fire alarms at intervals of one second or at other time intervals based on the configured settings. LoRaWAN technology has demonstrated its capability to transmit fire alarms and receive them from the fire control center instantly.

Keywords: *wireless sensor networks; YOLOv5; LoRaWAN; deep learning; fire detection.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Venkatesh S. Data Reduction Techniques in Wireless Sensor Networks with Internet of Things // International Journal of Intelligent Systems and Applications in Engineering 12.8s, 2024. – 81-92.
2. Wajgi Dipak W., Jitendra V. Temburne. Localization in wireless sensor networks and wireless multimedia sensor networks using clustering techniques // Multimedia Tools and Applications 83.3, 2024. – 6829-6879.
3. Kaur Puneet. Early Forest Fire Detection Using a Protocol for Energy-Efficient Clustering with Weighted-Based Optimization in Wireless Sensor Networks // Applied Sciences 13.5, 2023. – 3048.

4. Dheyab O.A., Chernikov D., Selivanov A. Fire Size Calculation for Automatic Calibration of Water Spray Nozzle in Firefighting Robots // 5th International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency (SUMMA), 2023. – Lipetsk, Russian Federation, 2023. – P. 231-234.
5. Dheyab O.A., Chernikov D.Yu., Selivanov A.S. Integration of Deep Learning and Wireless Sensor Networks for Accurate Fire Detection in Indoor Environment // Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. – Tehnika i tehnologii 17.1, 2024. – 124-135.
6. Nouar Abdelouahab. Impact of Mobility Model on LoRaWAN Performance // Journal of Communications 19.1, 2024.
7. Hristov G. and other. Emerging Methods for Early Detection of Forest Fires Using Unmanned Aerial Vehicles and Lorawan Sensor Networks / G. Hristov, J. Raychev, D. Kinaneva, P. Zahariev // 28th EAEEIE Annual Conference (EAEEIE), Hafnarfjordur, Iceland, 2018. – P. 1-9.
8. Sendra Sandra. LoRaWAN network for fire monitoring in rural environments // Electronics 9.3, 2020. – 531.
9. Gaitan Nicoleta Cristina, Paula Hojbot. Forest fire detection system using LoRa technology // International Journal of Advanced Computer Science and Applications 11.5, 2020.
10. Safi Abdullah. A fault tolerant surveillance system for fire detection and prevention using LoRaWAN in smart buildings // Sensors 22.21, 2022. – 8411.
11. Dheyab O.A., Chernikov D.Yu., Selivanov A.S. Using the City's Surveillance Cameras to Create a Visual Sensor Network to Detect Fires, 2024. – P. 266-274.
12. Chen L.-Y. and other. A LoRa-based air quality monitor on unmanned aerial vehicle for smart city / L.-Y. Chen, H.-S. Huang, C.-J. Wu, Y.-T. Tsai, Y.-S. Chang // In Int. Conf. Syst. Sci. Eng., 2018. –P. 1-5.
13. Guo Yi. Power-Efficient Transmissions in LoRa Uplink Systems // IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2024.
14. Bonilla Vicky, Brandon Campoverde, Sang Guun Yoo. A Systematic Literature Review of LoRaWAN: Sensors and Applications. // Sensors 23.20, 2023. – 8440.
15. Farhad Arshad, Jae-Young Pyun. LoRaWAN Meets ML: A Survey on Enhancing Performance with Machine Learning // Sensors 23.15, 2023. – 6851.
16. Povalac Ales. Exploring LoRaWAN Traffic: In-Depth Analysis of IoT Network Communications // Sensors 23.17, 2023. – 7333.
17. Elbsir Housseem Eddin. Evaluation of LoRaWAN class B performances and its optimization for better support of actuators // Computer Communications 198, 2023. – 128-139.
18. Aras Emekcan. Selective jamming of LoRaWAN using commodity hardware." Proceedings of the 14th EAI International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services, 2017. – P. 363-372.
19. Almuhaaya Mukarram AM. A survey on Lorawan technology: Recent trends, opportunities, simulation tools and future directions // Electronics 11.1, 2022. – 164.

УДК 004.89; 519.8

А.Ю. КРЫЛАТОВ, Д.В. ФУРСОВ

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ЗАДАЧЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В СРЕДСТВАХ МАССОВОЙ КОММУНИКАЦИИ

Сегодня технологии искусственного интеллекта активно внедряются в различных областях человеческой деятельности. В статье представлен прототип интеллектуальной системы поддержки принятия управленческих решений (ИСППУР) в задаче распространения информации в средствах массовой коммуникации с применением методов машинного обучения. Представлены архитектура программного комплекса и схема хранения полученных сценариев продвижения информации. Рассмотрены результаты численного моделирования при различных входных параметрах, сформулированы выводы исследования.

Актуальность данной работы продиктована стремительным развитием коммуникационных технологий и кратко возрастающим объемом распространяемой информации.

Ключевые слова: *методы машинного обучения; методы оптимизации; искусственный интеллект; поддержка принятия управленческих решений; распространение информации; средства*

массовой коммуникации; математическое моделирование; интеллектуальная система; большие данные; PyCharm; Python; SciPy; Scikit-learn.

© Крылатов А.Ю., Фурсов Д.В., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Семиглазов А.М., Семиглазов В.А., Иванов К.И. Математическое моделирование рекламной кампании. – Управление, вычислительная техника и информатика, доклады ТУСУРа, 2010. – Т. 22. – № 2. – С. 342-349.
2. Бадрызлов В.А., Сидельцев В.В. Оценка эффективности распространения информации в социальных сетях с использованием имитационного моделирования. – Креативная экономика, 2018. – Том 12. – № 9. – С. 1359-1372.
3. Klepek M., Starzyczna H. Marketing communication model for social networks. – Journal of business economics and management, 2018. – Vol. 19. – № 3. – P. 500520.
4. Pistol L., Vucea-Manea-Tonis R. Model of simulation for optimizing marketing mix through conjoint analysis case study: launching a product on a new market. – Economics World, 2017. – Vol. 5. – Iss 4. – P. 311-315.
5. Шигина Я.И., Зорина К.А. Маркетинг в социальных медиа: современные инструменты продвижения для малого бизнеса. – Вестник технологического университета, 2015. – Т.18. – № 23. – С. 96-102.
6. «ВКонтакте»: сайт [Электронный ресурс]. – URL: <https://vk.com/> (дата обращения: 25.03.2024).
7. Свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ. Роспатент. Федеральная служба по интеллектуальной собственности [Электронный ресурс] – URL: <https://www.fips.ru/publication-web/publications/document?type=doc&tab=PrEVM&id=046010E7-7A8C-4E0E-A861-2716328F597F> (дата обращения: 27.03.2024).
8. Жерон Орельен. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn, Keras и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем; 2-е изд.; пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2020. – 1040 с.
9. Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт. Построение систем машинного обучения на языке Python; 2-е издание; пер. с англ. А.А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 302 с.
10. Мюллер А., Гвидо С. Введение в машинное обучение с помощью Python: руководство для специалистов по работе с данными; пер. с англ. – СПб.: ООО «Альфа-книга», 2017. – 480 с.

Крылатов Александр Юрьевич

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург
Доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой математической теории экономических решений
Тел.: 8 812 363 60 00, доб. 95-76
E-mail: aykrylatov@yandex.ru

Фурсов Дмитрий Викторович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург
Аспирант, ассистент кафедры математической теории экономических решений
Тел.: 8 812 363 60 00, доб. 95-73
E-mail: fursov_dmitriy_1996@mail.ru

A.Yu. KRY'LATOV (*Doctor of Physico-mathematical Sciences, Professor,
Head of the Department of Mathematical Theory of Economic Decisions*)

D.V. FURSOV (*Post-graduate Student,
Assistant Professor of the Department of Mathematical Theory of Economic Decisions*)
St. Petersburg State University, St. Petersburg

INTELLIGENT SYSTEM IN THE PROBLEM
OF INFORMATION DISTRIBUTION IN MASS COMMUNICATIONS

Today, artificial intelligence technologies are actively being implemented in various areas of human activity. The article presents a prototype of an intelligent management decision support system (IMDSS) in the task of disseminating information in the media using machine learning methods. The architecture of the software package and the storage scheme for the received information promotion scenarios are presented. The results of numerical modeling for various input parameters are considered, and the conclusions of the study are formulated.

The relevance of this work is dictated by the rapid development of communication technologies and the exponentially increasing volume of disseminated information.

Keywords: machine learning methods; optimization methods; artificial intelligence; management decision support; information dissemination; mass communications; mathematical modeling; intelligent system; big data; PyCharm; Python; SciPy; Scikit-learn.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Semiglazov A.M., Semiglazov V.A., Ivanov K.I. Matematicheskoe modelirovanie reklamnoj kampanii. – Upravlenie, vychislitel'naja tehnika i informatika, doklady TUSURa, 2010. – Т. 22. – № 2. – S. 342-349.
2. Badryzlov V.A., Sidel'cev V.V. Ocenka jeffektivnosti rasprostraneniya informacii v social'nyh setjah s ispol'zovaniem imitacionnogo modelirovaniya. – Kreativnaja jekonomika, 2018. – Tom 12. – № 9. – S. 1359-1372.
3. Klepek M., Starzyczna H. Marketing communication model for social networks. – Journal of business economics and management, 2018. – Vol. 19. – № 3. – P. 500520.
4. Pistol L., Bucea-Manea-Tonis R. Model of simulation for optimizing marketing mix through conjoint analysis case study: launching a product on a new market. – Economics World, 2017. – Vol. 5. – Iss 4. – P. 311-315.
5. Shigina Ja.I., Zorina K.A. Marketing v social'nyh media: sovremennye instrumenty prodvizheniya dlja malogo biznesa. – Vestnik tehnologicheskogo universiteta, 2015. – Т.18. – № 23. – S. 96-102.
6. «VKontakte»: sajt [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://vk.com/> (data obrashhenija: 25.03.2024).
7. Svidetel'stvo gosudarstvennoj registracii programmy dlja JeVM. Rospatent. Federal'naja sluzhba po intellektual'noj sobstvennosti [Jelektronnyj resurs] – URL: <https://www.fips.ru/publication-web/publications/document?type=doc&tab=PrEVM&id=046010E7-7A8C-4E0E-A861-2716328F597F> (data obrashhenija: 27.03.2024).
8. Zheron Ore'len. Prikladnoe mashinnoe obuchenie s pomoshh'ju Scikit-Learn, Keras i TensorFlow: koncepcii, instrumenty i tehniki dlja sozdaniya intellektual'nyh sistem; 2-e izd.; per. s angl. – SPB.: OOO «Dialektika», 2020. – 1040 s.
9. Luis Pedro Kojel'o, Villi Richart. Postroenie sistem mashinnogo obucheniya na jazyke Python; 2-e izdanie; per. s angl. A.A. Slinkina. – M.: DMK Press, 2016. – 302 s.
10. Mjuller A., Gvido S. Vvedenie v mashinnoe obuchenie s pomoshh'ju Python: rukovodstvo dlja specialistov po rabote s dannymi; per. s angl. – SPb.: OOO «Al'fa-kniga», 2017. – 480 s.

АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И ПРОИЗВОДСТВАМИ

УДК 004.77

Г.Е. БОМБЕЛО, В.Р. ОСТАПОВ, Д.П. САННИКОВ

СИСТЕМА ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ВОДОЗАБОРНОГО УЗЛА

В данной статье описывается метод автоматизации процесса перекачки воды из речного водозабора в резервуар для технической воды, при этом объекты находятся на расстоянии. В статье уделено особое внимание процессу настройки сети VPN для создания одной локальной сети с использованием мобильной связи.

Ключевые слова: промышленный контроллер; уровнемер; расходомер; VPN; мобильная связь; Modbus.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по эксплуатации и монтажу радиоволновых бесконтактных уровнемеров УЛМ-11, УЛМ-11-HF, УЛМ-11-HF [Электронный ресурс]. – URL: https://www.limaco.ru/u_images/files/ULM11_Operating_manual_RUS.pdf (дата обращения: 08.03.2024).
2. Расходомеры-счетчики электромагнитные «Элемер-РЭМ» Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. – URL: https://www.elemer.ru/upload/iblock/bfd/kmmv63tg7iyecx17gd9sr2vfnr1wqv1f/re_rem.pdf (дата обращения: 08.03.2024).
3. Руководство по настройке туннелей на роутерах iRZ [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.irz.net/tuneling> (дата обращения: 08.03.2024).
4. Петров И.В. Программируемые контроллеры. Стандартные языки и приемы прикладного проектирования. – Солон-Пресс, 2024. – 256 с.

Бомбело Георгий Евгеньевич

Научно-образовательный центр интеллектуальных информационно-измерительных систем (НОЦ ИИИС), г. Орел
Техник
E-mail: georgybombelo@gmail.com

Остапов Владислав Русланович

Научно-образовательный центр интеллектуальных информационно-измерительных систем (НОЦ ИИИС), г. Орел
Программист
E-mail: Vlados.ost.31@yandex.ru

Санников Дмитрий Петрович

Научно-образовательный центр интеллектуальных информационно-измерительных систем (НОЦ ИИИС), г. Орел
Директор

G.E. BOMBELO (*Technic*)

V.R. OSTAPOV (*Software engineer*)

D.P. SANNIKOV (*Director*)

Scientific and Educational Center for Intelligent Information and Measuring Systems, Orel

WATER INTAKE NODE DISPATCHING SYSTEM

This article describes a method for automating the process of pumping water from a river intake into a reservoir for process water, while the objects are located at a distance. The article pays special attention to the process of setting up a VPN network to create a single local network using mobile communications.

Keywords: *industrial controller; level gauge; flow meter; VPN; mobile communication; Modbus.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITTERATED)

1. Rukovodstvo po jekspluatacii i montazhu radiovolnovyh beskontaktnyh urovnemerov ULM-11, ULM-11-HF, ULM-11-HF [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://www.limaco.ru/u_images/files/ULM11_Operating_manual_RUS.pdf (data obrashhenija: 08.03.2024).
2. Rashodomery-schetchiki jelektromagnitnye «Jelemer-RJeM» Rukovodstvo po jekspluatacii [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://www.elemer.ru/upload/iblock/bfd/kmmv63tg7iyecx17gd9sr2vfnr1wqv1f/re_rem.pdf (data obrashhenija: 08.03.2024).
3. Rukovodstvo po nastrojke tunnelej na routerah iRZ [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://docs.irz.net/tuneling> (data obrashhenija: 08.03.2024).

- Petrov I.V. Programmiruemye kontrollery. Standartnye jazyki i priemy prikladnogo proektirovanija. – Solon-Press, 2024. – 256 s.

УДК 629.7.085

А.А. КАТУНИН, И.В. МАЛОФЕЕВ, Н.И. МАРКИН, Д.Р. ПАДЕРИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ПРИМЕНИМОСТИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОБИЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАРЯДКИ И ДИАГНОСТИКИ МУЛЬТИРОТОРНЫХ БПЛА

Научная статья исследует универсальные мобильные платформы для оптимизации обслуживания мультироторных беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Представлена инновационная модель мобильной станции, подчеркиваются преимущества и ограничения. Исследование важно для развития беспилотных технологий.

Ключевые слова: беспилотные летательные аппараты; универсальные мобильные платформы; заряд АКБ; диагностика; автоматизированные системы обслуживания.

© Катунин А.А., Малофеев И.В., Маркин Н.И., Падерин Д.Р., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Коротаев А.А., Новопашин Л.А. Применение беспилотных летательных аппаратов для мониторинга сельскохозяйственных угодий и посевных площадей в аграрном секторе. – Аграрный вестник Урала, 2015. – № 12(142). – С. 38-42.
- Терентьев П.В. Техничко-экономическое обоснование применения БПЛА в современной электроэнергетике. – Новые технологии в учебном процессе и производстве, 2023. – С. 236-238.
- Фетисов В.С., Ахмеров Ш.Р., Мухаметзянова А.И. Зарядный терминал для беспилотных летательных аппаратов на основе матрицы контактных площадок. – Альманах современной науки и образования, 2012. – № 11(66). – С. 206-208.
- Ахмеров Ш.Р. Автоматическая система подзарядки электрических беспилотных летательных аппаратов вертолетного типа. – Электротехнические и информационные комплексы и системы, 2013. – Т. 9. – № 1. – С. 5-9.
- Батожаргалов Б.Б., Батожаргалова С.Э., Лошилов А.Г. Патент № 2779484 С1 Российская Федерация, МПК В64F 3/00, В64С 39/02, В60Р 3/11. Мобильная аэроплатформа: № 2021135800: заявл. 06.12.2021: опубли. 07.09.2022; заявитель ООО «Научно-производственное объединение «Аэроплатформы».
- Александров В.И. Анализ платформ для заряда аккумуляторов беспилотных летательных аппаратов. – Наука и образование сегодня, 2022. – № 4(73). – С. 12-15.
- Тьен Н.К., Соленая О.Я., Ронжин А.Л. Анализ подвижных роботизированных платформ для обслуживания аккумуляторов беспилотных летательных аппаратов // Труды МАИ, 2017. – № 95. – С. 11.
- Чурляева О.Н., Чурляева К.Д. Обзор технических средств заряда аккумуляторов беспилотных летательных аппаратов. – Актуальные проблемы энергетики АПК, 2017. – С. 287-292.

Катунин Андрей Александрович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: katunin57@gmail.com

Малофеев Игорь Вениаминович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

Магистрант 2 курса 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

E-mail: datman2014@yandex.ru

Маркин Николай Иванович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: nim2004@mail.ru

Падерин Даниил Романович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

Магистрант 2 курс 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

E-mail: paderiin76@gmail.com

A.A. KATUNIN (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*)

I.V. MALOFEEV (*Master Student*)

N.I. MARKIN (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*)

D.R. PADERIN (*Master Student*)

Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel

STUDY OF THE EFFECTIVENESS AND PRACTICAL APPLICABILITY OF UNIVERSAL MOBILE PLATFORMS FOR OPTIMIZING CHARGING AND DIAGNOSTICS OF MULTI-ROTOR UAVS

The scientific article explores universal mobile platforms for optimizing the maintenance of multi-rotor unmanned aerial vehicles (UAVs). An innovative mobile station model is presented, advantages and limitations are highlighted. The research is important for the development of unmanned technologies and requires additional efforts for optimization.

Keywords: *unmanned aerial vehicles; universal mobile platforms; charging; diagnostics; automated maintenance systems.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Korotaev A.A., Novopashin L.A. Primenenie bespilotnyh letatel'nyh apparatov dlja monitorirovanija sel'skoho-zajstvennyh ugodij i posevnyh ploshhadej v agrarnom sektore. – Agrarnyj vestnik Urala, 2015. – № 12(142). – S. 38-42.
2. Terent'ev P.V. Tehniko-jekonomicheskoe obosnovanie primenenija BPLA v sovremennoj jelektrojenergetike. – Novye tehnologii v uchebno-m processse i proizvodstve, 2023. – S. 236-238.
3. Fetisov V.S., Ahmerov Sh.R., Muhametzjanova A.I. Zarjadnyj terminal dlja bespilotnyh letatel'nyh apparatov na osnove matricy kontaknyh ploshhadok. – Al'manah sovremennoj nauki i obrazovanija, 2012. – № 11(66). – S. 206-208.
4. Ahmerov Sh.R. Avtomaticheskaja sistema podzarjadki jelektricheskikh bespilotnyh letatel'nyh apparatov vertoletnogo tipa. – Jeletrotehnicheskie i informacionnye komplekсы i sistemy, 2013. – Т. 9. – № 1. – S. 5-9.
5. Batozhargalov B.B., Batozhargalova S.Je., Loshhilov A.G. Patent № 2779484 C1 Rossijskaja Federacija, MPK B64F 3/00, B64C 39/02, B60P 3/11. Mobil'naja ajeroplatforma: № 2021135800: zajavl. 06.12.2021: opubl. 07.09.2022; zajavitel' ООО «Nauchno-proizvodstvennoe ob#edinenie «Ajeroplatformy».
6. Aleksandrov V.I. Analiz platform dlja zarjada akkumuljatorov bespilotnyh letatel'nyh apparatov. – Nauka i obrazovanie segodnja, 2022. – № 4(73). – S. 12-15.
7. Ten N.K., Solenaja O.Ja., Ronzhin A.L. Analiz podvizhnyh robotizirovannyh platform dlja obsluzhivanija akkumuljatorov bespilotnyh letatel'nyh apparatov // Trudy MAI, 2017. – № 95. – S. 11.
8. Churljaeva O.N., Churljaeva K.D. Obzor tehniceskikh sredstv zarjada akkumuljatorov bespilotnyh letatel'nyh apparatov. – Aktual'nye problemy jenergetiki APK, 2017. – S. 287-292.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ МИКРОСЕРВИСОВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ АРХИТЕКТУР ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

В настоящей статье подробно рассматриваются вопросы визуализации архитектур информационных систем, построенных на принципах микросервисной архитектуры. С учетом современных методологий разработки программного обеспечения, таких как Agile, которые часто уменьшают акцент на поддержке актуального состояния документации, задача визуализации структуры информационных систем приобретает особенную актуальность. Необходимость в обладании комплексным представлением об архитектуре оказывается критичной для разработчиков, архитекторов и системных аналитиков, поскольку это обеспечивает эффективную коммуникацию внутри команды и содействует грамотному планированию разработки.

Авторами предлагается подход к решению данной задачи через использование телеметрических данных, получаемых от компонентов микросервисной архитектуры. Эти данные представляют собой ценный источник информации, который при обработке может быть трансформирован в компонентные диаграммы, отражающие текущее состояние информационной системы. Для визуализации архитектуры авторы акцентируют внимание на использовании инструментов таких как PlantUML и модели C4 уровня 1 и 2. Эти средства демонстрируют высокую эффективность в отображении структуры и взаимосвязей между компонентами системы, облегчая понимание ее архитектуры и обеспечивая возможность наглядного представления динамики развития проекта.

В статье также представлен детализированный алгоритм сбора и анализа телеметрических данных, которые служат основой для построения упомянутых диаграмм. Данный подход не только способствует усилению прозрачности процесса разработки, но и значительно упрощает процедуру актуализации документации архитектуры, делая ее менее затратной как в плане времени, так и ресурсов.

Ключевые слова: C4; OpenTelemetry; Zipkin; автоматизация; информационные системы; архитектура; визуализация; микросервисы.

©Корниенко Д.В., Никулин А.В., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Надейкина Л.А., Черкасова Н.И. Создание приложений на основе микросервисов. – Информатизация и связь, 2019. – № 4. – С. 107-112. – DOI 10.34219/2078-8320-2019-10-4-107-112
2. Kornienko D.V. and other. Principles of securing RESTful API web services developed with python frameworks / D.V. Kornienko, S.V. Mishina, S.V. Shcherbatykh, M.O. Melnikov // Journal of Physics: Conference Series, 2021. – 2094(3). – 032016. – DOI: 10.1088/1742-6596/2094/3/032016
3. Вальдивия Х.А., Лора-Гонсалес А., Лимон К. Паттерны микросервисной архитектуры: многопрофильный обзор литературы // Труды Института системного программирования РАН, 2021. – Т. 33. – № 1. – С. 81-96. – DOI 10.15514/ISPRAS-2021-33(1)-6.
4. Hüseyin Ünlü, Dhia Eddine Kennouche, Görkem Kılınc Soylu, Onur Demirörs. Microservice-based projects in agile world: A structured interview. Information and Software Technology, 2024. – Volume 165. – 107334. – ISSN 0950-5849 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107334>.
5. Lulu Wang and other. Microservice architecture recovery based on intra-service and inter-service features / Lulu Wang and other., Peng Hu, Xianglong Kong, Wenjie Ouyang, Bixin Li, Haixin Xu, Tao Shao // Journal of Systems and Software, 2023. – Volume 204. – 111754. – ISSN 0164-1212 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111754>.

6. Романов В.Ю. Инструмент обратного проектирования и рефакторинга программного обеспечения, написанного на языке Java. – International Journal of Open Information Technologies, 2013. – Т. 1. – № 8. – С. 1-6.
7. Andrea Janes, Xiaozhou Li, Valentina Lenarduzzi. Open tracing tools: Overview and critical comparison. – Journal of Systems and Software, 2023. – Volume 204. – 111793. – ISSN 0164-1212 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111793>.
8. Рудометкин В.А. Мониторинг и поиск неисправностей в распределенных высоконагруженных системах. – Кибернетика и программирование, 2020. – № 2. – С. 1-6. – DOI 10.25136/2644-5522.2020.2.32996.
9. Giamattei L. and other. Monitoring tools for DevOps and microservices: A systematic grey literature review / L. Giamattei, A. Guerriero, R. Pietrantuono, S. Russo, I. Malavolta, T. Islam, M. Dînga, A. Koziolk, S. Singh, M. Armbruster, J.M. Gutierrez-Martinez, S. Caro-Alvaro, D. Rodriguez, S. Weber, J. Henss, E. Fernandez Vogelin, F. Simon Panojo // Journal of Systems and Software, 2024. – Volume 208. – 111906. – ISSN 0164-1212 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111906>.
10. Бойцов Б.В., Минакова О.В., Поцбенева И.В. Архитектурный подход к созданию программного инструментария для работы с оценочными средствами информационной системы по параметрам качества. – Качество и жизнь, 2022. – № 1(33). – С. 23-30. – DOI 10.34214/2312-5209-2022-33-1-23-30.
11. Китани С.С., Макаревич А.Д. Построение архитектуры программной системы для геоинформационного приложения дополненной реальности. – Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. – Серия: Естественные и технические науки, 2023. – № 6-2. – С. 90-100. – DOI 10.37882/2223-2982.2023.6-2.20.
12. Намиот Д.Е., Романов В.Ю. 3D визуализация архитектуры и метрик программного обеспечения. – Научная визуализация, 2018. – Т. 10. – № 5. – С. 123-139. – DOI 10.26583/sv.10.5.08.
13. Johann Mortara, Philippe Collet, Anne-Marie Dery-Pinna. Visualization of object-oriented software in a city metaphor: Comprehending the implemented variability and its technical debt. – Journal of Systems and Software, 2024. – Volume 208. – 111876. – ISSN 0164-1212 [Электронный ресурс]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111876>.
14. Вьюгина А.А., Крошила А.А. Визуализация работы клиент-серверной архитектуры с использованием делегатов на языке `#`. – Методы и средства обработки и хранения информации: межвузовский сборник научных трудов; под редакцией Б.В. Кострова. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина, 2022. – С. 140-144.
15. Исходные коды и документация библиотеки Java OpenTelemetry Instrumentation JavaAgent [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/open-telemetry/opentelemetry-java-instrumentation> (дата обращения: 12.02.2024).
16. Документация по Istio Service Mesh OpenTelemetry [Электронный ресурс]. – URL: <https://istio.io/latest/docs/tasks/observability/logs/otel-provider/> (дата обращения: 22.01.2024).
17. Документация к протоколу OTLP [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/open-telemetry/oteps/blob/main/text/0035-opentelemetry-protocol.md> (дата обращения: 09.01.2024).
18. Документация к системе Zipkin [Электронный ресурс]. – URL: <https://zipkin.io/> (дата обращения: 01.02.2024).
19. Документация к API Zipkin [Электронный ресурс]. – URL: https://zipkin.io/zipkin-api/#/default/get_traces (дата обращения: 10.02.2024).
20. Документация по инструменту PlantUML [Электронный ресурс]. – URL: <https://plantuml.com/ru/> (дата обращения: 20.12.2023).
21. Документация к библиотеке C4 PlantUML [Электронный ресурс]. – URL: <https://github.com/plantuml-stdlib/C4-PlantUML> (дата обращения: 25.01.2024).
22. Пример использования шаблонизатора Mustache для Java [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.baeldung.com/mustache> (дата обращения: 20.01.2024).

Корниенко Дмитрий Васильевич

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец

Кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности
E-mail: dm Kornienko@mail.ru

Никулин Александр Валерьевич

ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина», г. Елец
Аспирант, кафедра математического моделирования, компьютерных технологий и информационной безопасности
E-mail: avnikulin.niiaa@gmail.com

D.V. KORNIENKO (*Candidate of Physico-mathematical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematical Modeling, Computer Technologies and Information Security*)

A.V. NIKULIN (*Post-graduate Student, Department of Mathematical Modeling, Computer Technologies and Information Security*)
Bunin Yelets State University, Yelets

THE USE OF TELEMETRIC MICROSERVICE DATA TO VISUALIZE INFORMATION SYSTEM ARCHITECTURES

This article discusses in detail the issues of visualization of architectures of information systems built on the principles of microservice architecture. Given the modern methodologies for the development of software, such as Agile, which often reduce the emphasis on supporting the current state of documentation, the task of visualizing the structure of information systems is of particular relevance. The need to have a comprehensive idea of architecture is critical for developers, architects and system analysts, as this ensures effective communication within the team and promotes competent development planning.

The authors propose an approach to solving this problem through the use of telemetric data obtained from the components of microservice architecture. These data are a valuable source of information, which during processing can be transformed into component diagrams that reflect the current state of the information system. To visualize the architecture, the authors focus on the use of tools such as Plantuml and the C4 levels of level 1 and 2. These tools demonstrate high efficiency in displaying the structure and relationships between the components of the system, facilitating the understanding of its architecture and ensuring the possibility of a visual representation of the dynamics of the development of the project.

The article also presents a detailed algorithm for the collection and analysis of telemetric data, which serve as the basis for the construction of the mentioned diagrams. This approach not only helps to strengthen the transparency of the development process, but also greatly simplifies the procedure for updating architecture documentation, making it less expensive both in terms of time and resources.

Keywords: *C4; OpenteleMetry; Zipkin; Automation; Information Systems; Architecture; Visualization; Microservice.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Nadejkina L.A., Cherkasova N.I. Sozdanie prilozhenij na osnove mikroservisov. – Informatizacija i svjaz', 2019. – № 4. – S. 107-112. – DOI 10.34219/2078-8320-2019-10-4-107-112
2. Kornienko D.V. and other. Principles of securing RESTful API web services developed with python frameworks / D.V. Kornienko, S.V. Mishina, S.V. Shcherbatykh, M.O. Melnikov // Journal of Physics: Conference Series, 2021. – 2094(3). – 032016. – DOI: 10.1088/1742-6596/2094/3/032016
3. Val'divija H.A., Lora-Gonsales A., Limon K. Patterny mikroservisnoj arhitektury: mnogoprofil'nyj obzor literatury // Trudy Instituta sistemnogo programirovanija RAN, 2021. – T. 33. – № 1. – S. 81-96. – DOI 10.15514/ISPRAS-2021-33(1)-6.
4. Hüseyin Ünlü, Dhia Eddine Kennouche, Görkem Kılınç Soylu, Onur Demirörs. Microservice-based projects in agile world: A structured interview. Information and Software Technology, 2024. – Volume 165. – 107334. – ISSN 0950-5849 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107334>.
5. Lulu Wang and other. Microservice architecture recovery based on intra-service and inter-service features / Lulu Wang and other., Peng Hu, Xianglong Kong, Wenjie Ouyang, Bixin Li, Haixin Xu, Tao Shao // Journal of Systems and Software, 2023. – Volume 204. – 111754. – ISSN 0164-1212 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111754>.

6. Romanov V.Ju. Instrument obratnogo proektirovaniya i refaktoringa programmnoho obespechenija, napisannogo na jazyke Java. – International Journal of Open Information Technologies, 2013. – Т. 1. – № 8. – С. 1-6.
7. Andrea Janes, Xiaozhou Li, Valentina Lenarduzzi. Open tracing tools: Overview and critical comparison. – Journal of Systems and Software, 2023. – Volume 204. – 111793. – ISSN 0164-1212 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111793>.
8. Rudometkin V.A. Monitoring i poisk neispravnostej v raspredel'jonnyh vysokonagruzhenyih sistemah. – Kibernetika i programmirovanie, 2020. – № 2. – С. 1-6. – DOI 10.25136/2644-5522.2020.2.32996.
9. Giamattei L. and other. Monitoring tools for DevOps and microservices: A systematic grey literature review / L. Giamattei, A. Guerriero, R. Pietrantuono, S. Russo, I. Malavolta, T. Islam, M. Dînga, A. Koziolek, S. Singh, M. Armbruster, J.M. Gutierrez-Martinez, S. Caro-Alvaro, D. Rodriguez, S. Weber, J. Henss, E. Fernandez Vogelin, F. Simon Panojo // Journal of Systems and Software, 2024. – Volume 208. – 111906. – ISSN 0164-1212 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111906>.
10. Bojcov B.V., Minakova O.V., Pocebneva I.V. Arhitekturnyj podhod k sozdaniyu programmnoho instrumentariya dlja raboty s ocenochnymi sredstvami informacionnoj sistemy po parametram kachestva. – Kachestvo i zhizn', 2022. – № 1(33). – С. 23-30. – DOI 10.34214/2312-5209-2022-33-1-23-30.
11. Kitani S.S., Makarevich A.D. Postroenie arhitektury programmnoj sistemy dlja geoinformacionnogo prilozhenija dopolnennoj real'nosti. – Sovremennaja nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. – Serija: Estestvennye i tehicheskie nauki, 2023. – № 6-2. – С. 90-100. – DOI 10.37882/2223-2982.2023.6-2.20.
12. Namiot D.E., Romanov V.Ju. 3D vizualizacija arhitektury i metrik programmnoho obespechenija. – Nauchnaja vizualizacija, 2018. – Т. 10. – № 5. – С. 123-139. – DOI 10.26583/sv.10.5.08.
13. Johann Mortara, Philippe Collet, Anne-Marie Dery-Pinna. Visualization of object-oriented software in a city metaphor: Comprehending the implemented variability and its technical debt. – Journal of Systems and Software, 2024. – Volume 208. – 111876. – ISSN 0164-1212 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2023.111876>.
14. V'jugina A.A., Kroshilina A.A. Vizualizacija raboty klient-servernoj arhitektury s ispol'zovaniem delegatov na jazyke c#. – Metody i sredstva obrabotki i hranenija informacii: mezhvuzovskij sbornik nauchnyh trudov; pod redakciej B.V. Kostrova. – Rjazan': Rjazanskij gosudarstvennyj radiotekhnicheskij universitet im. V.F. Utkina, 2022. – С. 140-144.
15. Ishodnye kody i dokumentacija biblioteki Java OpenTelemetry Instrumentation JavaAgent [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://github.com/open-telemetry/opentelemetry-java-instrumentation> (data obrashhenija: 12.02.2024).
16. Dokumentacija po Istio Service Mesh OpenTelemetry [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://istio.io/latest/docs/tasks/observability/logs/otel-provider/> (data obrashhenija: 22.01.2024).
17. Dokumentacija k protokolu OTLP [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://github.com/open-telemetry/oteps/blob/main/text/0035-opentelemetry-protocol.md> (data obrashhenija: 09.01.2024).
18. Dokumentacija k sisteme Zipkin [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://zipkin.io/> (data obrashhenija: 01.02.2024).
19. Dokumentacija k API Zipkin [Jelektronnyj resurs]. – URL: https://zipkin.io/zipkin-api/#/default/get_traces (data obrashhenija: 10.02.2024).
20. Dokumentacija po instrumentu PlantUML [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://plantuml.com/ru/> (data obrashhenija: 20.12.2023).
21. Dokumentacija k biblioteke C4 PlantUML [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://github.com/plantuml-stdlib/C4-PlantUML> (data obrashhenija: 25.01.2024).
22. Primer ispol'zovaniya shablonizatora Mustache dlja Java [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.baeldung.com/mustache> (data obrashhenija: 20.01.2024).

УДК 004.42

А.Д. ЛОПАТИН, П.В. ЛУКЪЯНОВ

**ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ЛИ
НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ С#
ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПОИСКА ПУТИ В ЛАБИРИНТЕ**

В настоящей статье рассматривается программная реализация алгоритма для проверки существования пути между двумя карточками поля игры «Лабиринт». Один из способов нахождения пути – применение алгоритма Ли. Алгоритм основан на методе поиска в ширину. Поле игры представляет собой набор карточек с изображениями направлений движения. Особенности игры влияют на возможность оптимизации алгоритма и выбор используемых в реализации структур данных.

Ключевые слова: алгоритм Ли; волновой алгоритм; поиск пути; язык C#.

© Лопатин А.Д., Лукьянов П.В., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lee C.Y. An Algorithm for Path Connections and Its Applications» // IRE Transactions on Electronic Computers, 1961. – Vol. EC-10. – № 3. – P. 346-365.
2. Moore E.F. The shortest path through a maze // Proceedings of an International Symposium on the Theory of Switching (Cambridge, Massachusetts, 2–5 April 1957). – Harvard University Press, 1959. – Vol. 2. – P. 285-292. – 345 p.
3. Кормен Т.Х. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание; пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2011. – 1296 с.
4. Ben-Menahem Ari. Historical Encyclopedia of Natural and Mathematical Sciences, (2009). – Volume 1. – Springer. – P. 463.
5. Правила игры [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ravensburger.us/spielanleitungen/ecm/Spielanleitungen/26448%20Anl%201946529.pdf?ossl=pds_text_Spielanleitung (дата обращения: 20.03.2024).

Лопатин Артем Денисович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

Студент

E-mail: rtmlptn@yandex.ru

Лукьянов Павел Вадимович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий

Тел.: 8 920 801 64 79

E-mail: finalmailblin@mail.ru

A.D. LOPATIN (*Student*)

P.V. LUK'YANOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies*)
Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel

PROGRAM IMPLEMENTATION OF LEE ALGORITHM IN C# PROGRAMMING LANGUAGE FOR SOLVING THE PROBLEM OF PATHFINDING IN A LABYRINTH

This paper discusses a possible software implementation of an algorithm for checking the existence of a path between two cards of the Labyrinth game field. One of the ways to find the path is to apply the Lee algorithm. The algorithm is based on the breadth-first search method. The game field is a set of cards with images of the directions of movement. The peculiarities of the game influence the possibility of optimizing the algorithm and the choice of data structures used in the implementation.

Keywords: Lee algorithm; pathfinding; C# language.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Lee C.Y. An Algorithm for Path Connections and Its Applications» // IRE Transactions on Electronic Computers, 1961. – Vol. EC-10. – № 3. – P. 346-365.
2. Moore E.F. The shortest path through a maze // Proceedings of an International Symposium on the Theory of Switching (Cambridge, Massachusetts, 2–5 April 1957). – Harvard University Press, 1959. – Vol. 2. – P. 285-292. – 345 p.
3. Kormen T.H. Algorithmy: postroenie i analiz, 2-e izdanie; per. s angl. – M.: Izdatel'skij dom «Vil'jamc», 2011. – 1296 s.
4. Ben-Menahem Ari. Historical Encyclopedia of Natural and Mathematical Sciences, (2009). – Volume 1. – Springer. – P. 463.

5. Pravila igrы [Elektronnyj resurs]. – URL: https://www.ravensburger.us/spielanleitung/en/cm/Spielanleitung/26448%20Anl%201946529.pdf?ossil=pds_text_Spielanleitung (data obrashhenija: 20.03.2024).

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

УДК 004.43

В.Т. ЕРЕМЕНКО

**ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПЕРЕДАЧИ ОДНОФОТОННЫХ СИГНАЛОВ
ПО КВАНТОВО-КРИПТОГРАФИЧЕСКИМ СИСТЕМАМ**

Квантовая передача данных является методом защищенной передачи информации, использующей единичные фотоны. Для описания взаимодействия электромагнитных полей с веществом применяются уравнения квантовой электродинамики, с помощью которых получают принципиально новые результаты. Энергия моды волновода с точки зрения квантовой оптики может принимать только дискретный набор значений, отстоящий друг от друга на определенную величину. Характеристики моды (частота, пространственное распределение, направление распространения и поляризация) приписываются фотонам, из которых она состоит. Построенная квантовая модель передачи однофотонных сигналов по волоконно-оптическим линиям позволяет оценить поток фотонов для различных длин волн излучения.

Ключевые слова: квантовая передача данных; оптический резонатор; моды волновода; импульс фотона; квантовая оптика; светоделитель; вероятность.

©Еременко В.Т., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасов Л.В. Физические основы квантовой электроники. Оптический диапазон. – М: Либроком, 2020. – 368 с.
2. Костина Т.К., Гуцин В.С., Вандышева И.В. Введение в квантовую физику: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 252 с.
3. Гончаров А.И. Квантовая электродинамика: учебное пособие. – Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2019. – 108 с.
4. Ципенюк Ю.М. Квантовая микро- и макрофизика: учебное пособие для студентов вузов. – М: Физматкнига, 2019. – 664 с.
5. Векленко Б.А. Природа фотона и квантовая оптика. – Светотехника, 2018. – № 1. – С. 14-23.

Еременко Владимир Тарасович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

Доктор технических наук, профессор кафедры «Информационная безопасность»

Тел.: 8 906 664 61 61

E-mail: wladimir@orel.ru

V.T. ERYOMENKO (Doctor of Engineering Sciences, Professor of Department of Information Security)
Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel

**BASIC PRINCIPLES OF TRANSMISSION
OF SINGLE-PHOTON SIGNALS VIA QUANTUM DATA TRANSMISSION SYSTEMS**

Quantum data transmission is a method of secure transmission of information using single photons. To describe the interaction of electromagnetic fields with matter, the equations of quantum electrodynamics are used, with

the help of which fundamentally new results are obtained. From the point of view of quantum optics, the waveguide mode energy can only take a discrete set of values that are separated from each other by a certain amount. The characteristics of the mode (frequency, spatial distribution, direction of propagation and polarization) are attributed to the photons of which it consists. The constructed quantum model of transmission of single-photon signals over fiber-optic lines allows us to estimate the photon flux for different wavelengths of radiation.

Keywords: *quantum data transmission; optical resonator; waveguide modes; photon pulse; quantum optics; beam splitter; probability.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Tarasov L.V. Fizicheskie osnovy kvantovoj jelektroniki. Opticheskij diapazon. – M: Librokom, 2020. – 368 s.
2. Kostina T.K., Gushhin V.S., Vandysheva I.V. Vvedenie v kvantovuju fiziku: ucheb. posobie. – Ekaterinburg: Izd-vo Ural. un-ta, 2018. – 252 s.
3. Goncharov A.I. Kvantovaja jelektrodinamika: uchebnoe posobie. – Barnaul: Izd-vo Alt. un-ta, 2019. – 108 s.
4. Cipejuk Ju.M. Kvantovaja mikro- i makrofizika: uchebnoe posobie dlja studentov vuzov. – M: Fizmatkniga, 2019. – 664 s.
5. Veklenko B.A. Priroda fotona i kvantovaja optika. – Svetotehnika, 2018. – № 1. – S. 14-23.

ТРЕБОВАНИЯ
к оформлению статьи для опубликования в журнале
«Информационные системы и технологии»

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах формата А4 и содержит от 4 до 9 страниц; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.

В одном сборнике может быть опубликована только одна статья одного автора, включая соавторство.

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах, списки литературы будут находиться в свободном доступе на сайте соответствующего журнала и на сайте Российской научной электронной библиотеки – РУНЭБ (Российский индекс научного цитирования).

Помимо статьи авторы должны представить заключение о возможности открытого опубликования статьи.

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Научная статья, предоставляемая в журналы, должна иметь следующие **обязательные** элементы:

- постановка проблемы или задачи в общем виде;
- анализ достижений и публикаций, в которых предлагается решение данной проблемы или задачи, на которые опирается автор, выделение научной новизны;
- исследовательская часть;
- обоснование полученных результатов;
- выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления;
- библиография.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Статья должна быть набрана шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу и сверху – 2 см.

Обязательные элементы:

- **УДК**
- **заглавие (на русском и английском языках)**
- **аннотация (на русском и английском языках)**
- **ключевые слова (на русском и английском языках)**
- **список литературы**, на которую автор ссылается в тексте статьи.

ТАБЛИЦЫ, РИСУНКИ, ФОРМУЛЫ

Все таблицы, рисунки и основные формулы, приведенные в тексте статьи, должны быть пронумерованы.

Формулы следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 с размерами: обычный шрифт – 12 pt, крупный индекс – 10 pt, мелкий индекс – 8 pt. **Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!** Русские и греческие буквы, а также обозначения тригонометрических функций набираются прямым шрифтом, латинские буквы – *курсивом*.

Рисунки и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. Рисунки, число которых должно быть логически оправданным, представляются в виде отдельных файлов в формате *.eps (Encapsulated PostScript) или TIF размером не менее 300 dpi.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

В конце статьи приводятся набранные 10 pt сведения об авторах в такой последовательности: фамилия, имя, отчество (полужирный шрифт); учреждение или организация, ученая степень, ученое звание, должность, адрес, телефон, электронная почта (обычный шрифт). Сведения об авторах также предоставляются отдельным файлом и обязательно дублируются на английском языке.