

ISSN 2518-167X

WEB OF SCHOLAR

Multidisciplinary Scientific Journal



RS Global

INTERNATIONAL ACADEMY JOURNAL WEB of SCHOLAR

8(50), December 2020

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos

Editorial board:

Lina Anastassova

Full Professor in Marketing, Burgas Free University, Bulgaria

Mikiashvili Nino

Professor in Econometrics and Macroeconomics, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Alkhalwaldeh Abdullah

Professor in Financial Philosophy, Hashemite University, Jordan

Mendebaev Toktamys

Doctor of Technical Sciences, Professor, LLP "Scientific innovation center "Almas", Kazakhstan

Yakovenko Nataliya

Professor, Doctor of Geography, Ivanovo State University, Shuya

Mazbayev Ordenbek

Doctor of Geographical Sciences, Professor of Tourism, Eurasian National University named after L.N.Gumilev

Sentyabrev Nikolay

Professor, Doctor of Sciences, Volgograd State Academy of Physical Education, Russia

Ustenova Gulbaram

Director of Education Department of the Pharmacy, Doctor of Pharmaceutical Science, Kazakh National Medical University name of Asfendiyarov, Kazakhstan

Suprun Elina

Professor, Doctor of Medicine, National University of Pharmacy, Ukraine

Elitsa Ivanova

Ch. Assist. Prof. Dr. Arch, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofia, Bulgaria

Tsybaliuk Vitalii

Professor, Doctor of Medicine, The State Institution

Romodanov Neurosurgery Institute

National Academy of Medical Sciences of Ukraine

Harlamova Julia

Professor, Moscow State University of Railway Transport, Russia

Nyyazbekova Kulanda

Candidate of pedagogical sciences, Abay University, Kazakhstan

Kalinina Irina

Professor of Chair of Medicobiological Bases of Physical Culture and Sport, Dr. Sci. Biol., FGBOU VPO Sibirsky State University of Physical Culture and Sport, Russia

Imangazinov Sagit

Director, Ph.D, Pavlodar affiliated branch "SMU of Semei city"

Dukhanina Irina

Professor of Finance and Investment Chair, Doctor of Sciences, Moscow State Medical Dental University by A. I. Evdokimov of the Ministry of health of the Russian Federation

Orehowskyi Wadym

Head of the Department of Social and Human Sciences, Economics and Law, Doctor of Historical Sciences, Chernivtsi Trade- Economic Institute Kyiv National Trade and Economic University

Peshcherov Georgy

Professor, Moscow State Regional University, Russia

Mustafin Muafik

Professor, Doctor of Veterinary Science, Kostanay State University named after A. Baitursynov

Ovsyanik Olga

Professor, Doctor of Psychological Science, Moscow State Regional University

Nino Abesadze

Associate Professor Tbilisi State University, Faculty of Economics and Business

Anton Manfreda

Ph.D., Associate Professor University of Ljubljana, Slovenia

All articles are published in open-access and licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0). Hence, authors retain copyright to the content of the articles.

CC BY 4.0 License allows content to be copied, adapted, displayed, distributed, re-published or otherwise re-used for any purpose including for adaptation and commercial use provided the content is attributed. Detailed information at Creative Commons site: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Publisher –
RS Global Sp. z O.O.,

Warsaw, Poland
Numer KRS: 0000672864
REGON: 367026200
NIP: 5213776394

Publisher Office's address:
Dolna 17,
Warsaw, Poland,
00-773

Website: <https://rsglobal.pl/>
E-mail: editorial_office@rsglobal.pl
Tel: +4(822) 602 27 03

DOI: 10.31435/rsglobal_wos
OCLC Number: 1051262097
Publisher – RS Global Sp. z O.O.
Country – Poland
Format: Print and Electronic version
Frequency: monthly
Content type: Academic/Scholarly

CONTENTS

COMPUTER SCIENCE

Шуляк Андрій Сергійович ОРГАНІЗАЦІЙНІ ФОРМИ ПЛАНУВАННЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ В ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ.....	3
Бакунова О. М., Бакунов А. М., Образцова О. Н., ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ УДАЛЕННОГО ОБУЧЕНИЯ.....	10
Giorgi Doborjginidze, Lily Petriashvili, Mariam Inaishvili IMPROVE EFFICIENCY AND RELIABILITY OF SUPPLY CHAINS USING SMART CONTRACTS.....	13
Hussain Abdulalee Falh Al Mnshdawy Ma THE REFLECTION OF ELECTRONIC JOURNALS' SUBJECT-MATTER IN A COLOR SYSTEM.....	19
Старовойтенко Олексій Володимирович ДОСЯГНЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО РОЗПОДІЛЕНОГО ПЛАНУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЧЕРГ ПОВІДОМЛЕНЬ У ХМАРІ ДЛЯ БАГАТОЗАДАЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ТА ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ОБЧИСЛЕНЬ.....	27
Leonid Oliinyk, Stanislav Bazhan ABOUT FEATURES OF MUTATION APPLICATION IN A MODIFIED OPERATOR GENETIC ALGORITHM.....	41

COMPUTER SCIENCE

**ОРГАНІЗАЦІЙНІ ФОРМИ ПЛАНУВАННЯ
НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ ПІДГОТОВКИ
МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ІНФОРМАТИКИ В
ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОМУ СЕРЕДОВИЩІ**

Шуляк Андрій Сергійович,

аспірант, Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-6615-0341>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30112020/7223

ARTICLE INFO

Received: 04 September 2020

Accepted: 11 October 2020

Published: 30 December 2020

KEYWORDS

organizational forms,
educational process,
future IT teachers,
information and educational
environment.

ABSTRACT

The article provides a comparative analysis of traditional and innovative organizational forms of education in the higher education institutions. New forms of educational activity with the use of ICT tools (network interaction, multimedia lecture, online lecture, slide lecture, distance learning, electronic seminars, webinars, case technology, forum, e-mail consultation, computer testing, telecommunication project, group projects on wiki technology, joint blogging, etc.). In the article we opened didactic possibilities of application of innovative organizational forms in educational process. The peculiarity of the application of electronic lecture and its types (online-lecture, slide-lecture, video-lecture, combined lecture; laboratory works with the use of computer and appropriate software; independent work on informatics; network interaction and its resources (teleconference, chat, WWW) (World Wide Web), e-mail, FTP, blog), online communities and forms of educational activities (educational teleconference, off-line conference or virtual conference, chat, training workshop, virtual learning with the help of the pedagogical community, educational competition, joint creation of web pages, virtual survey of students, educational virtual project, virtual party, master class on a specific topic, design seminar, project festival, etc.), distance, blended learning and their software.

Citation: A. S. Shuliak. (2020) Orhanizatsiini Formy Planuvannia Navchalnoho Protsesu Pidhotovky Maibutnix Uchyteliv Informatyky v Informatsiino-Osvitnomu Seredovyshchi. *International Academy Journal Web of Scholar*. 8(50). doi: 10.31435/rsglobal_wos/30112020/7223

Copyright: © 2020 A. S. Shuliak. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. В умовах змін, що відбуваються в системі освіти, а саме в умовах переходу до нових цілей і завдань в системі освіти, перетворень в освітньому середовищі навчального закладу професійна діяльність сучасного вчителя інформатики стає все більше пов'язаною з дослідженням інноваційних педагогічних і науково-психологічних розробок з використання організаційних форм планування навчального процесу в новому інформаційно-освітньому середовищі.

Проведений аналіз робіт дослідників (В. Биков [1], Т. Везиров [2], А. Гуржій [3], Р. Гуревич [4], С. Заріцька [5], В. Лапінський [6], Р. Магомедов [7], Є. Патаракін [8], І. Смирнова [9], Г. Стеценко [10], М. Сурхаєв [11], Т. Шроль [12]) дозволив відзначити такі дидактичні можливості нових організаційних форм: інформаційно-методичну підтримку освітнього процесу, його планування і ресурсне забезпечення; моніторинг і фіксацію ходу і результатів освітнього процесу; сучасні процедури створення, пошуку, збору, аналізу, обробки,

зберігання та подання інформації; електронну взаємодію всіх учасників освітнього процесу, зокрема в межах дистанційної, адаптивної та змішаної освіти тощо.

Мета: розкрити шляхи вдосконалення процесу підготовки майбутнього вчителя інформатики з урахуванням інноваційних організаційних форм навчання.

Матеріали і методи: аналіз наукових джерел із проблеми дослідження, порівняльна характеристика традиційних та інноваційних організаційних форм, розкриття сутності інноваційних форм планування навчального процесу підготовки майбутніх учителів інформатики в інформаційно-освітньому середовищі

Отримані результати. Особливість застосування електронної лекції полягає в тому, що викладач може використовувати її в процесі усного викладу навчального матеріалу як наочний зразок, або надати її студентам для самостійного ознайомлення. Електронна лекція, що містить малюнки, таблиці, схеми, текст є презентацією з покроковим викладом навчального матеріалу, або гіпертекстову структуру. У першому випадку важливу роль відіграє наочність навчального матеріалу, зокрема мультимедіа енциклопедія: SeKum BookStudio; SunRav Book Editor; онлайн-конструктори: uCoz (<http://www.ucoz.ua>), Nethouse (<http://nethouse.ua>), Jimdo (<http://jimdo.com>), сайти Google та ін.

Використання великої кількості наочного графічного матеріалу дозволяє не тільки краще представити інформацію, а й вивчити принципи зберігання таких даних для подальшого використання в професійній діяльності [5].

У разі, коли електронна лекція є гіпертекстовою структурою, її також можна використовувати при індивідуальному читанні кожним студентом. Гіпертекстова структура електронної лекції надає можливість здійснювати швидкий перехід по різних сторінкам при вивченні нового матеріалу.

Для забезпечення візуалізації освітньої інформації лекційного курсу нами були розроблені комп'ютерні слайд-лекції для демонстрації навчального матеріалу.

Забезпечення наочності при використанні мультимедійних засобів навчання реалізується на принципово новому, більш високому рівні, дозволяючи, за твердженням фахівців, в 2-3 рази (до 75%) збільшити частку засвоюваного матеріалу, оскільки паралельно задіяні органи зору і слуху [2, с.80].

З використанням WEB-ресурсів на заняттях з інформатики застосовуються такі види лекційних занять: online-лекція, слайд-лекція, відеолекція. Крім того, практикується проведення комбінованих лекцій, коли застосовується інтерактивна дошка, мультимедійний проектор, читання лекції вчителем супроводжується комп'ютерними презентаціями (Microsoft Office PowerPoint; ProShow Producer; OpenOffice.org Impress; Kingsoft Presentation Free; Picasa; SlideRocket; онлайн-сервіси: Prezi, Powtoon, Haiku Deck, ThingLink, Glogster; презентації Google та ін.)

Лабораторні роботи проводяться із використанням комп'ютера та відповідного програмного забезпечення: Microsoft Office, PageMaker, Adobe Photoshop CS3, CorelDraw, Sound Forge, UVScreenCamera, Format Factory, Movie Maker 3.0, Pinnacle Studio, Adobe Flash Professional CS3, SMART Notebook 10, програмного забезпечення IPBoard v6.3, Internet Explorer, онлайн-сервісів, системи керування навчанням Moodle; для визначення навчальних досягнень: Microsoft Office PowerPoint; EasyQuizzy; онлайн-сервіси: LearningApps.org, Online Test Pad; форми Google та ін.

У дослідженні професійної підготовки майбутніх учителів технологій до розроблення і використання електронних освітніх ресурсів І. Смирнова пропонує використовувати для розроблення текстів безкоштовний текстовий редактор «AbiWord», який за системою послуг та інтерфейсом подібний до «MS Word». Для розроблення й редагування зображень використовують безкоштовний графічний редактор «GIMP». Для редагування звукових файлів використовують безкоштовний аудіоредактор «Audacity». Програма дає змогу працювати з такими форматами, як «WAV» та «MP3». За допомогою програми можна виконати запис із мікрофона, лінійного виходу та інших джерел. Для розроблення навчального відео використовують безкоштовний редактор «UVScreenCamera». За допомогою цього редактора можна записати всі дії, що відбуваються на екрані монітора, та зберегти в таких форматах, як «UVF, EXE, SWF, AVI». Після розроблення всіх компонент ресурсу їх необхідно організувати в єдиний освітній веб-ресурс. Для цього послуговуються безкоштовною програмою «EXE», що є

сучасним «XHTML» редактором, за допомогою якого можна створювати сучасні освітні електронні ресурси в таких форматах: «html, txt, SCORM, IMS content package» [9, с.356].

На лекційних і практичних заняттях студенти отримують теоретичні знання. На лабораторних заняттях вчать спільно з викладачем, а після самостійно розробити і апробувати WEB-ресурс. При цьому вивчення технологій створення Web-ресурса має здійснюватися майбутніми учителями в процесі створення індивідуальних (командних) проєктів. Для цієї мети майбутні вчителі можуть користуватися різними інформаційними джерелами. Спочатку викладач знайомить студентів з основами конкретної технології, пропонує описати загальну схему і послідовність створення WEB-ресурса в межах даної технології.

Формування у студентів вміння розробки WEB-ресурсів ми здійснювали при навчанні створення WEB-вузла і електронного навчально-методичного матеріалу.

Специфіка вивчення технологій пошуку WEB-ресурса полягає в тому, що, навіть виконуючи одне спільне завдання, студенти можуть отримати різні результати. Наприклад, виконуючи спільне завдання, пов'язане з пошуком інформації по одному і тому ж запиту з використанням однієї і тієї ж пошукової системи, як результат пошуку студенти можуть застосовувати різні інформаційні ресурси. Однак алгоритм у всіх буде однаковий і повинен бути засвоєний на рівні знань, умінь і навичок.

Прикладом лабораторної роботи з інформатики є створення власної WEB-сторінки; викладення власних навчальних розробок чи завдань на сайті; створення форуму або посилання на діючий форум; створення посилання на власну WEB-сторінку для швидкого доступу.

Самостійна робота з інформатики передбачає вивчення психолого-педагогічної літератури, участь в ділових іграх, педагогічних і психологічних тренінгах, роботу в наукових гуртках, секціях, проблемних групах, проведення пробних уроків, занять, освоєння великого обсягу матеріалу з досліджуваного предмета за допомогою роботи з першоджерелами, вирішення педагогічних завдань, розробки проєктів, написання рефератів, проведення навчально-дослідницької та науково-дослідницької роботи тощо.

Наприклад, самостійна робота «Організація мережевої взаємодії» передбачає роботу групами по кілька осіб. Педагог заздалегідь викладає освітню задачу на форум проєкту. Кожна група спільно намагається знайти оригінальне рішення поставленої проблеми.

Самостійна діяльність поза аудиторією передбачає аналіз інформації за заданою темою, вибір, підготовку і оформлення самостійної роботи в межах теми, виконання групових завдань, тестування, участь в дискусіях на сайті форуму.

Всі види діяльності припускають активне використання інформаційних та комунікаційних технологій, зокрема Інтернет. Новизна методики викладу матеріалу, полягає в використанні можливостей WEB-ресурсів в навчальному процесі.

Сучасною організаційною формою педагогічної діяльності викладачів та студентів є мережева взаємодія. Спосіб діяльності зі спільного застосування електронних ресурсів (навчальних і навчально-методичних матеріалів) в освітньому процесі, що знаходяться в різних освітніх установах і сайтах, за допомогою інтернет і інформаційних і телекомунікаційних технологій будемо розуміти як мережеву взаємодію. Електронні освітні ресурси можуть змінюватися в ході мережевої взаємодії між учасниками освітнього процесу. На нинішньому етапі розвитку системи освіти мережева взаємодія є каталізатором забезпечення доступності ефективного навчання, способом якісної організації профільного навчання в сучасному освітньому закладі. Широкий розвиток засобів ІКТ і поява нових можливостей їх застосування в освітньому процесі спонукає відшукувати інноваційні підходи до організації процесу навчання на основі використання мережевої взаємодії.

Мережева взаємодія може бути лише між тими учасниками мережі, які суб'єктно автономні і не залежні нав'язаному кодексу відносин [7, с.58].

Можна виділити найпопулярніші ресурси мережевої взаємодії: телеконференція, чат, WWW (World Wide Web), електронна пошта, FTP, блог.

Сучасною організаційною формою педагогічної діяльності викладачів та студентів є мережеві спільноти. У сучасних педагогічних мережевих спільнотах застосовують такі форми навчальної діяльності: навчальна телеконференція, off-line конференція або віртуальна конференція, обговорення в чаті, навчальний практикум, віртуальне навчання за допомогою педагогічної спільноти, навчальний конкурс, спільне створення WEB-сторінок, віртуальне

опитування студентів, навчальний віртуальний проєкт, віртуальна вечірка, майстер-клас з певної тематики, проєктувальний семінар, фестиваль проєктів тощо.

Основною метою цієї спільноти є передача педагогічного досвіду іншим її учасникам. Одним з основних факторів є те, що учасники педагогічних мережеских спільнот мають можливість отримувати нові знання за своєю спеціальністю, підвищуючи рівень професійної компетентності.

На сучасному етапі розвитку системи освіти існує більше трьох десятків порівняно ефективних середніх і великих Інтернет-майданчиків, що є сталими педагогічними мережевими спільнотами. У своїй роботі виділимо деякі з них.

Офіційними мережевими спільнотами є урядовий портал – <http://www.kmu.gov.ua/control>, Міністерство освіти і науки України – <http://www.mon.gov.ua>; довідковими: Освітня мережа України – <http://galanet.at.ua/dir/36-1-0-120>; «Образовательные ресурсы Интернета. Школьникам и студентам» – <http://www.alleng.ru>; Всеукраїнський центр олімпіад школярів в Інтернеті – <http://www.olymp.vinnica.ua>;

тематичними: Ілюстрований самовчитель по Microsoft Office 2003 – <http://msoffice.if.ua>; ілюстрований самовчитель Front Page – <http://verstweb.info>; Інтерактивні технології – <http://westukr.itgo.com>; Українська педагогіка – <http://ped.sumy.ua>; для вчителів інформатики – <http://galanet.at.ua/dir/0-0-1-117-20>; курс лекцій з дисципліни «Основи інформаційних технологій» – <http://informatuka.info>;

портали: портал Знань – <http://www.znannya.org>; Острів знань – <http://ostriv.in.ua>; Клякса – інформаційно-освітній портал для вчителів інформатики – <http://www.klyaksa.net>; Освітній портал – <http://www.osvita.org.ua>; Всеукраїнський шкільний портал – <http://www.school.ed.net.ua>.

На цих ресурсах учасники спільноти (студенти, учні, вчителі, викладачі) мають можливість розміщувати навчально-методичні матеріали, можуть вести індивідуальний блог, брати участь в конкурсах і форумах.

Ці ресурси є майданчиком для організації дистанційної взаємодії між учасниками освітнього процесу, зокрема для створення баз даних по освітнім програмним продуктам і досвіду їх використання на уроках інформатики, а також у позакласній діяльності учнів; навчально-методичної підтримки педагогів для застосування засобів ІКТ в навчальному процесі; презентацій нового програмного забезпечення для здійснення навчальної діяльності та презентацій навчальних і навчально-методичних матеріалів до них; впровадження в навчальний процес сучасних інформаційних технологій і методів дистанційного навчання; вдосконалення цілісного освітнього простору; створення механізмів відкритої фахової експертизи педагогічного досвіду викладача; забезпечення плавного входження педагогів і освітніх закладів в сучасне міжнародне співтовариство новаторів в освіті, збільшують якість навчання на основі застосування засобів інформаційних технологій.

Портали надають можливість викладачам стати одним з організаторів всеукраїнських заходів; учням, а також їх батькам отримати професійну допомогу педагога і психолога; отримати сертифікат учасника всеукраїнських олімпіад або конкурсів; виграти грант на навчання в ЗВО; отримати професійну рецензію на творчі роботи учнів від передових вчителів.

Отже, виділяються такі дидактичні можливості використання мережевої взаємодії та мережеских спільнот в освітньому процесі: вільний доступ до освітньої, наукової та науково-популярної інформації, створюваної педагогічним співтовариством і викладеної на різних Інтернет-ресурсах; можливість пошуку необхідної інформації за допомогою Інтернет-ресурсів; можливість отримання поштової розсилки, замовленої інформації; можливість участі в різноманітних освітніх семінарах, форумах і чатах при обговоренні проблем освітнього характеру; можливість надання відстроченої та інтерактивної консультативної підтримки студентам і учням; можливість інтерактивної роботи при самоосвіті; можливість перегляду відеоконференцій за допомогою Інтернет, зокрема у віддалених регіонах країни.

Інноваційною формою освітнього процесу є дистанційне навчання – це цілеспрямований процес інтерактивної взаємодії викладачів (вчителів) і студентів (учнів) між собою і з навчально-методичним матеріалом, інваріантний до їх розташування в просторі і часі, який здійснюється в специфічній дидактичній системі.

Розглянемо програмне забезпечення для дистанційного навчання, розроблене провідними світовими компаніями з ІТ-технологій. З професійних розробок програмного

забезпечення для вирішення завдань дистанційного навчання – це STELLUS – повнофункціональне, побудоване на WEB-технології програмне забезпечення для підтримки відкритої освіти. При використанні STELLUS студенти матимуть доступ до навчальних курсів, викладених в мережі Інтернет, застосовуючи будь-який web-браузер. За допомогою програмного забезпечення можна управляти безпосередньо освітнім процесом, наприклад, забезпечувати процедуру прийому іспитів і тестів в напівавтоматичному і автоматичному режимі, планувати навчальне навантаження.

Компанія Microsoft випустила продукт GlassServer, призначений для дистанційного керування навчально-виховним процесом. Програма дозволяє створювати і редагувати навчальні матеріали, включаючи аудіо- та відео-фрагментами, графічні і текстові примітки, тести і завдання.

Крім того, компанія Microsoft випустила продукт Microsoft Learning Gateway, який дозволяє використовувати в якості навчальних матеріалів електронні курси від різних постачальників або створювати власні розробки в якості навчальних матеріалів. Цей продукт розроблено на базі Microsoft SharePoint Portal Server спеціально для освіти. Він включає технології Microsoft з управління знаннями, взаємодії та спільної роботи. До них відносяться: Microsoft SharePoint Learning Kit – засіб, що дозволяє викладачам створювати завдання з будь-яких документів, що зберігаються в бібліотеці документів SharePoint; Microsoft SQL Server випуску 2008 – для роботи з базами даних; Microsoft .NET Framework – для об'єднання систем, інформації та пристроїв за допомогою WEB-служб: Active Directory – служба каталогів, що надає засоби для управління обліковими записами; Microsoft System Center – продукт корпорації Майкрософт для системного адміністрування.

М. Сурхаєв пропонує використовувати навчальну програму Microsoft Class Server, відеоуроки і технології Interwise video classroom, яка здійснює запуск різних WEB-конференцій без попереднього планування [11, с.147].

Найбільш перспективними галузями можливого застосування дистанційного навчання є: організація центрів тестування (районних, міських, регіональних); додаткова освіта; навчання дітей з обмеженими освітніми можливостями, навчання обдарованих дітей, навчання дітей у віддалених сільських районах, навчання в умовах карантину тощо.

Аналізуючи функції традиційного та дистанційного навчання, приходимо до висновку про доцільність організації змішаного навчання, тобто поєднання очного навчання з дистанційними освітніми технологіями.

Змішані форми навчання передбачають, що студент отримує доступ до необхідних навчально-методичних матеріалів за допомогою спеціально організованого Інтернет-ресурсу (інформаційно-освітньої системи), який дозволяє йому: 1) в більшій ступені самостійно планувати час і швидкість засвоєння навчального матеріалу; 2) в більшій мірі використовувати спеціальні додаткові цифрові освітні ресурси і електронні бібліотеки; 3) активно взаємодіяти з викладачем і іншими студентами за допомогою існуючих засобів спілкування.

Реалізація змішаного навчання можлива засобами електронного, дистанційного, мобільного навчання. Класифікують засоби змішаного навчання [12, с.114]: 1) за синхронністю/асинхронністю: синхронні засоби – відеоконференція, голосовий та текстовий чати, телефонний зв'язок; асинхронні – SMS, електронна пошта, форуми, соціальні мережі, месенджери тощо; 2) за провідною формою організації навчання: засоби традиційного та засоби електронного, дистанційного та мобільного навчання.

До компонентів інформаційно-комунікаційних технологій змішаного навчання Т.Шроль відносить мобільно-, комп'ютерно- та хмаро-орієнтовані: 1) методи навчання (за джерелом здобуття знань): вербальні (словесні), наочні, практичні; 2) засоби навчання: апаратне забезпечення, системне і прикладне програмне забезпечення, засоби комунікації, засоби співпраці / мозкового штурму, інтерактивні системи реагування студентів або засоби опитування, блоги / RSS-канали, освітні мережі, системи управління курсом / системи управління контентом / системи – подачі / системи управління навчанням, платні (із закритим кодом) і безкоштовні сервіси для електронного і мобільного навчання, інструментальні засоби для авторської розробки електронних засобів навчання, безкоштовні онлайн курси / конвенти, платформи для проведення онлайн-вебінарів, соціальні сервіси Інтернет, програми та онлайн-сервіси для створення, редагування та зв'язування елементів мультимедіа, моделюючі / освітні ігри (Scratch), хмарні

сервіси для зберігання файлів / конспектування; 3) форми організації освітньої діяльності та види навчальних занять: лекції, семінари, практичні і лабораторні заняття, контрольні заходи (анкетування, тестування), науково-дослідницька, самостійна робота з використанням мобільних, комп'ютерно- та хмаро-орієнтованих технологій в межах аудиторій закладу освіти; форми електронного (дистанційного, мобільного) навчання: відеотрансляція, чат, відеоконференції, вебінари, проведення інтерактивних лекцій, семінарів, практичних і лабораторних занять, навчальних дискусій, комп'ютерноорієнтовані екзамени і заліки тощо [12, с.117].

Обговорення. У ході дослідження виокремлено дидактичні можливості застосування інноваційних організаційних форм в навчальному процесі:

- використання мережевої взаємодії для обміну передовим педагогічним досвідом педагога з педагогом, педагога зі студентом (учнем), для спілкування з батьками;
- можливість організації інформаційної взаємодії між різними учасниками навчального процесу: студента, електронних освітніх ресурсів і педагога;
- можливість організації дистанційного, змішаного навчання за допомогою інтернет-технологій; можливість знаходити, оцінювати та ефективно використовувати інформацію в освітньому процесі, а також створювати освітні ресурси;
- взаємодію віддалених учасників процесу навчання між собою для організації дискусій в режимі відеоконференції і телеконференції, електронне листування;
- конструювання різних освітніх траєкторій, здійснення головних функцій педагогічної діяльності, забезпечення застосування в педагогічній діяльності сучасних інформаційних технологій;
- можливість організувати колективні дослідні роботи студентів, педагогічних працівників з різних освітніх закладів, навчальних і наукових центрів різних країн і регіонів;
- створення і використання діагностуючих, психолого-педагогічних методик оцінки і контролю рівня знань студентів з використанням інформаційних і комунікаційних технологій, в тому числі за допомогою нових організаційних форм.

Аналізуючи вищевикладене, можна виділити організаційні форми навчання, які застосовуються в освітніх закладах (школі, ЗВО): практичні, семінарські заняття (кейс-технології, мережевий чат); лекції (online-лекція, потокове відео, слайд-лекція, відеолекція); випускні та курсові кваліфікаційні роботи (кейс-технології, мережева взаємодія, телекомунікаційний проєкт, e-mail-консультація); практикуми (кейс-технології, мережева взаємодія, email-консультація, тренажери, метод проєктів); лабораторні роботи (кейс-технологія, метод проєктів, e-mail-консультація); педагогічна практика (форум, e-mail-консультація, чат, мережева взаємодія); самостійна робота студентів (локальні і мережеві навчальні посібники, мережева взаємодія, e-mail-консультація, освітні портали, довідники тощо).

Висновки. Традиційними організаційними формами навчання у ЗВО є лекція, семінар, лабораторна робота, практика. У новому інформаційно-освітньому середовищі змінюються традиційні форми навчання. З'являються нові форми навчальної діяльності із застосуванням засобів ІКТ (мережева взаємодія, мультимедіа-лекція, online-лекція, слайд-лекція, дистанційне навчання, електронні семінари, вебінари, кейс-технологія, форум, e-mail-консультація, комп'ютерне тестування, телекомунікаційний проєкт, групові проєкти за технологією wiki, спільне ведення блогів тощо). Виокремлено такі організаційні форми планування навчального процесу підготовки майбутніх учителів інформатики в інформаційно-освітньому середовищі: електронні лекції та її види (online-лекція, слайд-лекція, відео лекція, комбіновані лекції); лабораторні роботи з використанням комп'ютера та відповідного програмного забезпечення; самостійну роботу з інформатики; мережеву взаємодію та її ресурси (телеконференція, чат, WWW (World Wide Web), електронна пошта, FTP, блог), мережеві спільноти та форм навчальної діяльності (навчальна телеконференція, off-line конференція або віртуальна конференція, обговорення в чаті, навчальний практикум, віртуальне навчання за допомогою педагогічної спільноти, навчальний конкурс, спільне створення веб-сторінок, віртуальне опитування студентів, навчальний віртуальний проєкт, віртуальна вечірка, майстер-клас з певної тематики, проєктувальний семінар, фестиваль проєктів тощо), дистанційне, змішане навчання та їх програмне забезпечення.

Перспективу подальших досліджень вбачаємо у розкритті узгодженого застосування в освітньому процесі активних методів навчання, інноваційних форм, технологій і відповідних засобів забезпечення цього процесу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Биков В. Ю. Відкрите навчальне середовище та сучасні мережні інструменти систем відкритої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*: зб. наук. пр. / за ред. В. Ю. Бикова, Ю. О. Жука. Київ: Атіка, 2005. 272 с.
2. Вези́ров Т. Т. Формирование профессиональных умений будущих учителей математики и информатики на основе web-технологий: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.08. Махачкала, 2009. 193 с.
3. Гуржій А. М., Лапінський В. В. Електронні освітні ресурси як основа сучасного навчального середовища вищих навчальних закладів. *Інформаційні технології в освіті*. 2013. Вип. 15. С. 3–5.
4. Гуревич Р. С., Гордійчук Г. Б., Коношевський Л. Л. та ін. Освітнє середовище для підготовки майбутніх педагогів засобами ІКТ: монографія / за ред. Р. С. Гуревича. Вінниця: ФОП Рогальська І. О., 2011. 348 с.
5. Заріцька С. І., Пархоменко О. М. Використання веб-технологій у навчальному процесі. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2014. № 8. С. 39–43.
6. Лапінський В. В., Регейло І. Ю. Навчання з використанням електронних засобів навчального призначення як керований процес. *Проблеми сучасного підручника*: зб. наук. праць. 2012. Вип. 12. С. 751–759.
7. Магомедов Р. М. Подготовка учителей информатики к использованию новых организационных форм в образовательном процессе: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02. Москва, 2017. 333 с.
8. Патаракін Є. Д. Розроблення учнівських, студентських і викладацьких спільнот на базі мережних сервісів Веб 2.0. Київ: НМЦ «Консорціум із удосконалення менеджмент-освіти в Україні», 2007. 88 с.
9. Смирнова І. М. Теоретичні і методичні основи професійної підготовки майбутніх учителів технологій до розроблення і використання електронних освітніх ресурсів: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.04; 13.00.02. Київ, 2018. 709 с.
10. Стеценко Г. В. Практичне використання вікі-енциклопедії в навчально-виховному процесі. *Комп'ютер в школі та сім'ї*. 2009. № 5. С. 34–39.
11. Сурхаев М. А. Развитие системы подготовки будущих учителей информатики для работы в условиях новой информационно-коммуникационной образовательной среды: дис. ... д-ра пед. наук: 13.00.02; 13.00.08. Москва, 2010. 332 с.
12. Шроль Т. С. Формування ІКТ-компетентності майбутніх учителів математики: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.04. Київ, 2017. 354 с.

ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИСТАНЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ УДАЛЕННОГО ОБУЧЕНИЯ

Бакунова О. М., исследователь технических наук, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь

Бакунов А. М., магистр технических наук, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь

Образцова О. Н., к.т.н., доцент, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск, Беларусь

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30112020/7224

ARTICLE INFO

Received: 16 September 2020

Accepted: 19 October 2020

Published: 30 December 2020

ABSTRACT

The article discusses the problems of organizing remote learning that have arisen due to the COVID-19 pandemic, provides the advantages and disadvantages of using various software tools and Learning Management Systems.

KEYWORDS

e-learning,
Learning Management System
(LMS),
remote learning.

Citation: Bakunova O. M., Bakunov A. M., Abraztsova V. M. (2020) Generalization of the Experience of Using Distance Learning Technologies in the Conditions of Remote Learning. *International Academy Journal Web of Scholar*. 8(50). doi: 10.31435/rsglobal_wos/30112020/7224

Copyright: © 2020 Bakunova O. M., Bakunov A. M., Abraztsova V. M. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

2020 год является настоящим испытанием для человечества: множество сфер пострадала из-за пандемии. Экономика, производства, здравоохранение и в том числе образование. Повсеместные карантинные меры поставили под угрозу традиционные способы проведения занятий, практически у всех форм обучения, кроме дистанционного образования. Многие вузы Республики Беларусь были вынуждены перейти на удаленную форму обучения. Необходимо было «на ходу» перерабатывать аудиторские занятия на удаленный формат проведения, искать подходящие инструменты проведения занятия. Вместе с тем, самоизоляция людей вызвала настоящий всплеск дополнительного образования с помощью онлайн-курсов, и курсов дистанционного образования.

Дистанционное обучение (ДО) – это в первую очередь взаимодействие учащихся и учителя между собой на расстоянии (дистанционно), при этом такое ДО отражает практически все присущие учебному процессу компоненты (методы, цели, организационные формы, содержание, а часто и средства обучения) и реализуемое специфическими средствами телекоммуникационных технологий, предусматривающими интерактивность процесса обучения.

Отдельно стоит отметить, что дистанционное обучение – это в основном самостоятельная форма обучения, главным средством которого являются информационные технологии [1].

Основные формы проведения занятий по системе ДО это:

- 1) чат-занятие
- 2) веб-занятие
- 3) Телеконференция
- 4) Телеприсутствие.

Одна из основных проблем при использовании систем дистанционного обучения (СДО) является промежуточный и итоговый контроль знаний студента. Один из вариантов решения этой проблемы приведен в статье Киян И.В. «Варианты контроля знаний в системе дистанционного образования» [2]. В своей статье автор на примере системы MOODLE и конкретных реализаций в ВУЗе. Также автор отмечает сложность разработки качественного курса ДО. Обычно такие курсы готовятся не один месяц группой из нескольких человек. Стоит также отметить, что основной упор в таких системах идет на контроль с помощью рейтинговых систем и итоговых тестов.

При всей схожести СДО и классического обучения есть существенные различия как для преподавателей, так и для студентов. Организация СДО требует серьезных вложений, технических средств и, зачастую, дообучения преподавателя.

Онлайн-обучение – это получение знаний и навыков при помощи компьютера или другого гаджета, подключенного к интернету в режиме “здесь и сейчас”. Этот формат обучения еще называют e-learning или “электронное обучение”. И оно считается логическим продолжением дистанционного. А слово “онлайн” лишь указывает на способ получения знаний и связи преподавателя со студентом.

Сходства и различия онлайн-обучения и дистанционного обучения Главное сходство онлайн-обучения и дистанционного – процесс получения новых знаний и навыков вне аудиторий и непосредственного контакта с преподавателями. Понятие “дистанционное обучение” указывает на то, что между студентом и преподавателем существует расстояние. А “онлайн-обучение” означает, что это обучение происходит при помощи Интернет-соединения и гаджетов. В остальном – они практически полностью идентичны и обладают такими преимуществами: индивидуальный темп обучения – изучать материалы можно по собственному графику, без привязки к группе, времени и месту занятия доступность – учиться можно с любого компьютера в удобное время персональные консультации с тьютором – эффективная обратная связь от преподавателей в ходе всего периода обучения курс в “кармане” – можно в любой момент пересмотреть урок или пропущенный вебинар в записи, скачать учебные материалы и сдать работу на проверку тьютору [3].

Теперь, разобравшись с основными не классическими формами получения образования, можно поговорить о той форме, что спонтанно родилась в этой году. Необходимость в краткие сроки и для широкого круга студентов, ранее обучавшихся очно, применить бесконтактные технологии обучения дало огромное поле для экспериментов как с программами и платформами для дистанционного обучения, так и с методическими приемами по проведению занятий в дистанционной форме. В XXI веке существует огромное количество разнообразных приложений на все возможные устройства и платформы. Казалось бы, при таком количестве разнообразного программного обеспечения, не требующего специализированного аппаратного обеспечения, организация удаленной работы не должна была иметь особых проблем. Но это не совсем так, да такие системы как MOODLE, ZOOM, Navek meet и т.д. или адаптированы под различные платформы, но зачастую требует наличие веб-камеры, которые есть не у всех студентов и преподавателей. Вторая проблема, о которой стоит упомянуть это сложность оценки знаний и степень самостоятельности выполнения студентом своей работы. Частично эту проблему можно решить с помощью описанных выше программ.

Комплекс MOODLE – полноценная система дистанционного образования. В ней есть возможность проводить все формы занятий ДО. Но для удаленной формы обучения она излишне тяжеловесна, требует некоторого времени на привыкание и адаптацию курса, на что в сегодняшних реалиях просто нет времени. К плюсам этой системы можно отнести возможность проводить всех необходимых форм занятий, классических форм обучения. Возможность контролировать что делает студент. К минусам – не возможность гарантировать, что на вопросы при сдаче, допустим лабораторных работ, отвечает сам студент т.к. Преподаватель не видит отвечающего.

Эту проблему могут решить две другие приведенные выше программы.

Опыт использования приложения Navek Meet показал его следующие сильные стороны:

1. безопасность и конфиденциальных данных. Известно, что сервис ZOOM имел некоторые недостатки [4];
2. Пользователю доступен полный функционал сразу [5];

3. Все необходимые средства для проведения лекционных и лабораторных занятий;
4. Возможность подключаться к системе через мобильные приложения Android и iOS.

Navek Meet – браузерная система, предоставляющая возможности проведения видеоконференций. Одновременного онлайн-чата конференции. Возможность демонстрации экрана любым из пользователей. Кнопка поднятия руки для обратной связи. Возможность записи текущего обсуждения. Так же возможность включения выключения камер, микрофонов, звука и видео.

Немаловажным фактом при выборе этой системы была возможность устанавливать пароль на видео конференцию, что теоретически позволяет защитить проведение занятий от не санкционированного доступа людей, которых не должно быть на конференции. Однако на примере того же ZOOM, к некоторым коллегам, невзирая на наличие пароля подключались непонятные люди, срывавшие занятия. Об этом так же писали в СМИ. Система Navek Meet же, ограничена территорией РБ что позволяет сократить количество «лишних» людей или же и вовсе гарантировать их отсутствие.

Благодаря возможности демонстрации экрана, преподаватель может читать лекции практически не видоизменяя их по сравнению с тем, что он обычно читает в аудитории. Ведь он может показать графический материал со своего монитора для всех. Также это удобно при демонстрации написания программ, решения каких-либо формул или доказательства теорем – тех вещей, которые крайне тяжело воспринимать только и исключительно на слух. При сдаче лабораторных работ студент, демонстрируя свой экран показывает результаты выполнения работы в реальном времени. Преподавателю нет необходимости устанавливать у себя на компьютере множество сред разработки, фреймворков или СУБД. А после демонстрации программы – включив режим камеры опросить студента и убедиться в его понимании выполненной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Retrieved from <https://www.sciencedebate2008.com/chto-takoye-distantionnoye-obucheniye/>
2. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/varianty-kontrolya-znaniy-v-sisteme-distantionnogo-obucheniya/viewer>
3. Retrieved from <https://finacademy.net/materials/article/chem-otlichaetsya-onlajn-obuchenie-ot-distantionnogo-obucheniya>
4. Retrieved from <https://www.forbes.ru/tehnologii/398629-vse-dyry-zoom-chem-riskuyut-polzovateli-samogo-populyarnogo-servisa>
5. Retrieved from <https://dev.by/news/navek-meet-belarus-vs-zoom>

IMPROVE EFFICIENCY AND RELIABILITY OF SUPPLY CHAINS USING SMART CONTRACTS

Giorgi Doborjginidze, Professor of Technical University, Georgia, Tbilisi,

Lily Petriashvili, Professor of Technical University. Georgia, Tbilisi,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3593-4877>,

Mariam Inaishvili, PHD Student of Technical University. Georgia, Tbilisi,

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30122020/7261

ARTICLE INFO

Received: 19 October 2020

Accepted: 03 December 2020

Published: 30 December 2020

KEYWORDS

Blockchain,
Smart contracts,
SCM,
Cryptocurrency.

ABSTRACT

Digital transformation of the world economy and the rapid growth of information flows have led to the implementation of innovative technologies in the processes of business management. Data analysis, risk assessment technologies and decision support systems enable companies to adapt to modern challenges.

In the process of globalization, a consumer has the priority due to which quality of service and timely delivery of the required products determine the competition among the companies. All participants of the supply process, including logistics service providers, have traditionally focused on optimizing process management and minimizing supply chain costs [1]. The determining factor of supply efficiency from the perspective of procurement and logistics is the uninterrupted supply of raw materials and semi-finished goods that depends on the selection of a reliable supplier, as well as the continuous improvement of the quality of materials and the reliability of the customer-supplier relationship. The purpose of this article is to analyze use of blockchain technology to improve reliability of supply chains, whereas the rationale behind the management of business processes and the contractual obligation between the parties are verified cryptographically, using a smart contract.

Citation: Giorgi Doborjginidze, Lily Petriashvili, Mariam Inaishvili. (2020) Improve Efficiency and Reliability of Supply Chains Using Smart Contracts. *International Academy Journal Web of Scholar*. 8(50). doi: 10.31435/rsglobal_wos/30122020/7261

Copyright: © 2020 Giorgi Doborjginidze, Lily Petriashvili, Mariam Inaishvili. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Introduction. The management of material flows in the supply chain is related to the management of financial flows. The customer pays the service fee at the time of receipt of the product, but the parties involved in the supply chain may have time delays due to several issues, for example, when cargo is being transported, documents are checked at the several customs points and the original documentation is required, especially such as a certificate of origin (EUR1), export license (EX1), waybill, etc. The waybill is required in original, especially when the cargo arrives at the destination terminal, the change or amend waybill is associated with problems which interrupts the product acceptance process. Due to the variety of waybill, we often find in the process of the air and sea transportation, internal and external bills of lading, HBL / MBL - MAWB / HAWB, which further complicates the product registration process, thus hindering the efficiency of supply chain. Furthermore, the major problems with the parties involved in the supply process remain financial settlement, reliability, security, etc.

Blockchain technology. According to the current situation, countries that do not have the long-term experience in the modern logistics management can't keep up with the technological concepts such as shared platforms, data analytics, or the use of cloud services, this lag hinders the process of optimization, reduces delivery time and increases service costs. Digital transformation

enables companies to implement and use innovative technologies that can significantly change delivery management. One such application of scientific knowledge is blockchain technology, which is a chronologically updated decentralized and cryptographically encrypted database, where the authenticity of information is protected by the method of mathematically based data hashing. Blockchain was previously only known as the technology for the operation of cryptocurrency, although its role and purpose in everyday life is gradually increasing. For more than a decade, it has been considered as a sole mean of decentralized, transparent and reliable data management [6]. Blockchain technology significantly increases the speed of money transfers, regardless of geographical location, with maximum protection of confidentiality and reliability. As it is well known, the information that is stored in the blockchain is not stored on one of the specific servers, its copies are shared on millions of computers. Each newly formed block is linked to the previous block by a complex mathematical algorithm that eliminates unauthorized access, data modification, removal and physical damage. The usage of blockchain technology gives a wide range of opportunities to the parties involved in the supply chain, eliminates mistrust, secures and makes the ongoing business processes transparent and puts the parties involved in the supply chain in a superior position, because without the expense of intermediaries and additional financial resources, they can determine the terms of cooperation and security issues based on a smart contract, which on one hand relies on the data stored in the blockchain and on the other hand, participates in updating the blockchain database itself.

Smart contract. A Smart contract is a software code placed in the blockchain which ensures compliance with the terms of the contract. Placing a smart contract on the blockchain means simplifying the difficult process in which several parties are involved due to lack of trust [2]. It is a set of transaction protocols that uses mathematical algorithms to automatically verify compliance with the terms of a contract and store it on a blockchain platform. A working condition of the algorithm and its consistency is determined by the logic of mathematical methods. The logic of a smart contract is established by a chain process presented as blocks on the internet, which is connected to all the operations in the network [3; 5]. It is performed independently, the working principle of which is based on logical operators - if / then. There are included agreements between the parties to the contract, which will be fulfilled only if the established conditions are met [4].

Fulfilment of the obligation of mutual agreement between the parties of the smart contract participating in the supply chain is confirmed by a unique digital signature, which is kept in the decentralized digital transaction register - blockchain. A smart contract can be called a software container, which includes the negotiating parties, the object of the negotiation and the cryptocurrency or any other asset. The terms of the contract are represented by software codes implemented on the blockchain platform, which ensures autonomy, transparency and, most importantly, pre-verification of the terms of the contract concluded between the parties [6-7].

There are several platforms for creating smart-contracts, from which Ethereum stands out. It has developed a special programming language called Solidity, which is focused only on creating smart contracts. To put the smart contract into action, a descent algorithm is used for the initiation, which will be activated as a result of fulfilling the relevant condition of the initial code.

Research methodology. The methodology of given research is about how to study transportation documents which help to define structure of each document and the purpose for their further classification (fig.1).

By studying above mentioned topics despite we have identified the necessary list of the documents which are important to arrange transportation and every part of this the which should be transported to smart contract, also we have identified the processes of this job and the field of studies that are connected to with the Supply Chain and the complex ruling of it by using the smart contract which will be our further research topic. In the process of researching, we also mentioned the faults that interrupt the identification of the electronic documentation and makes delivery process difficult.

During the process of Studying we develop the method and according to given result we have represented the process of documentation in a structured way. **First of all**, we identified the list of documents which is enclosed the cargo during the transportation process and which are required by the customs; **Secondly**, from the documents we separated the main points from the document list, which should be included in the smart contract (fig. 1).

We have already studied several transport operations and represented documentation by the method of linear regression analysis (fig.2). We have identified the documentation which enclosed the cargo during the transportation.

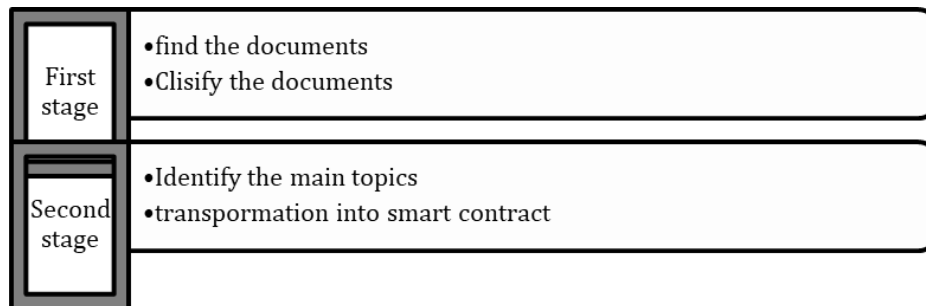


Fig. 1. Classification of documents

The below mentioned picture there is represented the main list of documents of transportation.

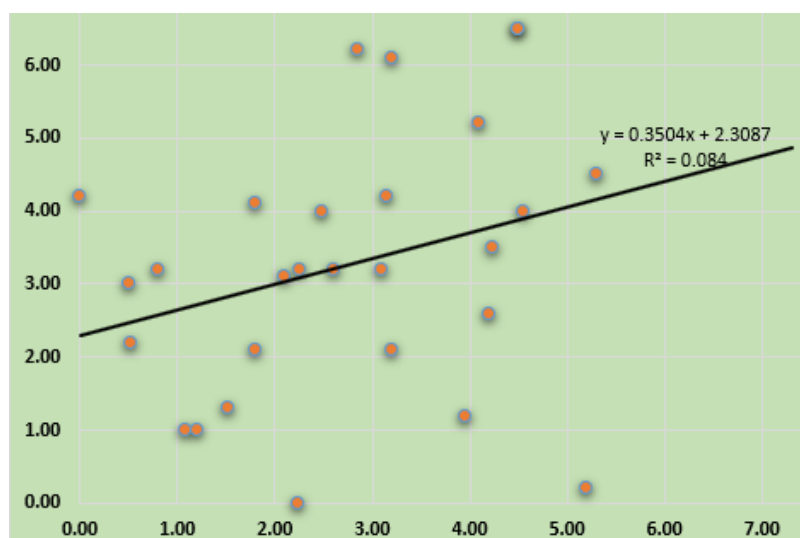


Fig. 2. The result of a linear regression analysis

As a result, we have done the classification of document into basic/or main and additional documents (Table1).

Table 1. Classification of documents

Basic documentation	Additional documentation
Agreement with Shipper and Consignee	packing list (PL)
Invoice for product	movement certificate (EUR 1) - reduced or nil rate of import duty under trade agreements
Export License (EX 1)	Material Safety Data Sheet (MSDS) - If cargo is Dangerous
Waybills (CMR, Bill of lading, Airwaybill, Rail waybill)	phytosanitary certificate - (for horticulture, agriculture, food or water resources)
Invoice for transportation	Veterinary Certificate, Fumigation Certificate, etc.

The conducted research helped us to define the request that should be represented in smart contract that should indeed be taken into account in the process of agreement.

Study results. Product delivery is one of the most important processes of a supply chain. As mentioned above, delivery process is often hampered by paper-based processing of documentation that must be certified for authenticity and persuasiveness by a different authorized person and submitted in a hard copy. This process increases the time waste and cost as well as the likelihood of fraudulent transactions [7, 9].

Submission above mentioned of such documentation often leads to increased costs and delivery time, delays in the business process, increased inventory opportunity cost, also there is an increased risk of product spoilage or damage in the event of perishable or dangerous shipments.

The way to solve this problem is to use a smart contract in the transportation process, where the information about the authenticity of the suppliers and the carrier will be stored in the blockchain, and the terms of the mutual agreement between them will be determined using the smart contract. Prior to the final confirmation of the contract and the transfer of the service amount, the fulfillment of the conditions stipulated in the contract between the parties will be checked using a logically compiled mathematical algorithm and program code.

We are using the platform called Ethereum decentralized blockchain platform to accomplish the task, where any mathematical function can be used. With the help of a specific address written in the blockchain, we can call the code of the smart contract, and the smart contract itself will be run on one of the knots that are part of the Ethereum platform.

The structural network of the smart contract structure in the Ethereum network is presented in the figure below, where the infrastructure of interconnected external servers, protocols and software in the network are presented for the implementation of the terms of the smart contract (fig. 3) [10].

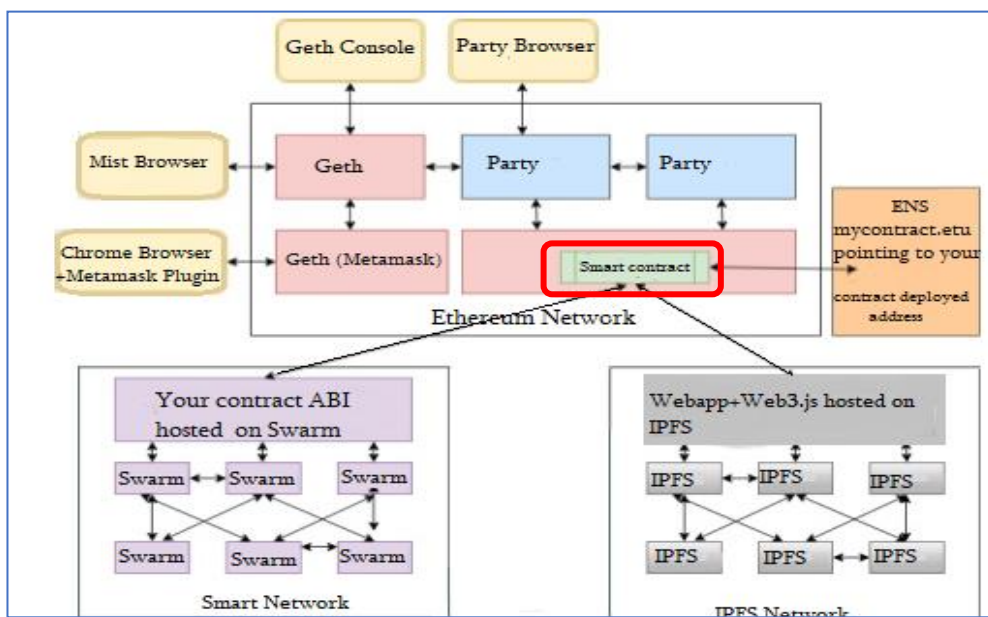


Fig. 3. Smart contract structure in Ethereum

A timestamp function can be used to activate the smart contract launch process, which will call the appropriate payment method. It is also possible to check the time directly before calling the payment initiation method in the smart contract.

The above-mentioned problem posed by us can be presented in a simple structure in the form of the following (fig.4).

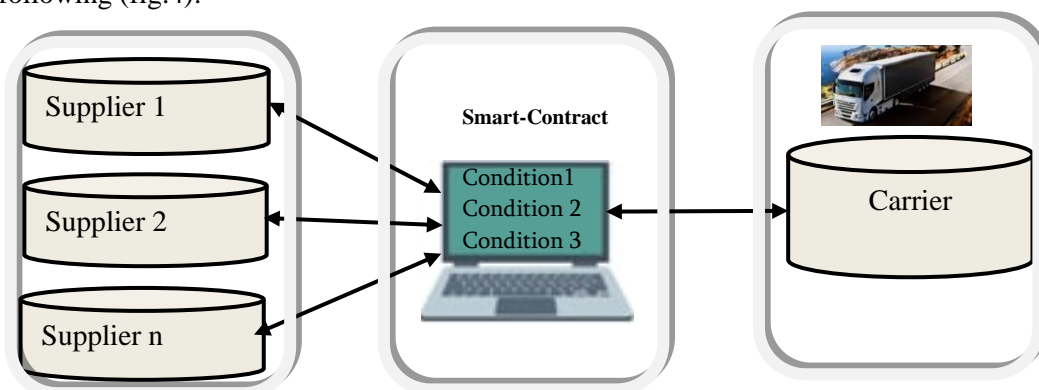


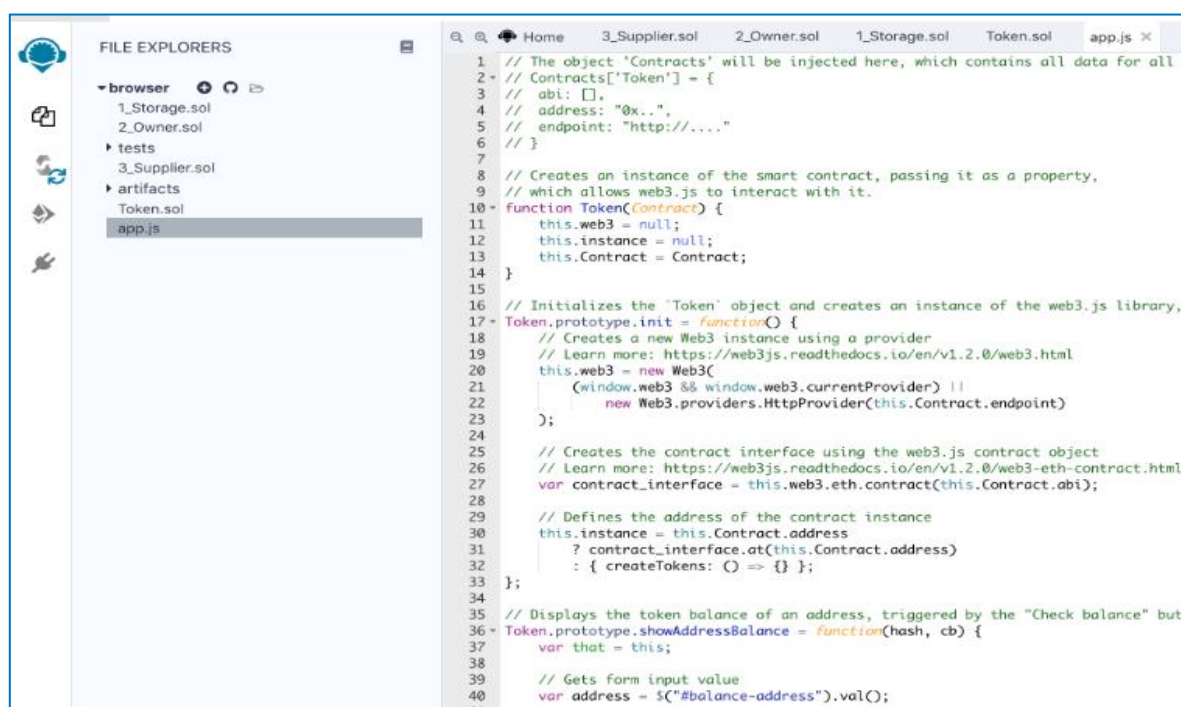
Fig.4. Overview of smart contract process

In the process of transportation, there the trust is important factor, both for the supplier (when the amount is paid in advance before the delivery of the product) and the carrier (who should receive partial payment after the delivery of the product is completed). In this process, it is important to increase the confidence factor, especially if the payment is completed electronically. Smart-contract will be completed when digital money transfer is confirmed by the so-called mediator (Escrow). With such scheme, the user transfers the money to Escrow, where the "mediator", software code checks the fulfillment of the terms of the contract [7, 8].

The example we have just reviewed verifies both, the quantity and quality of the products received, after which the Ethereum platform plays the role of a mediator, in case of a positive answer, the amount will be transferred to the account.

The software code for the process we initiated during the research is written in Solidity, the Ethereum programming language. The project is a dApp (Decentralized Application) that uses Ethereum computing currency in the form of Gas to perform operations. We used the Token object as a means of accessing a limited resource to implement the software code. It acts like an electronic key to obtain an access.

Each user involved in the system pays a certain number of tokens to the system to process its contract, which is proportional to the workload carried out by the system, and also covers the calculation of gas costs. The payment process is carried out by transferring the ERC-20 tokens (fig. 5).



```

1 // The object 'Contracts' will be injected here, which contains all data for all
2 // Contracts['Token'] = {
3 //   abi: [],
4 //   address: "0x...",
5 //   endpoint: "http://..."
6 // }
7
8 // Creates an instance of the smart contract, passing it as a property,
9 // which allows web3.js to interact with it.
10 function Token(Contract) {
11   this.web3 = null;
12   this.instance = null;
13   this.Contract = Contract;
14 }
15
16 // Initializes the 'Token' object and creates an instance of the web3.js library.
17 Token.prototype.init = function() {
18   // Creates a new Web3 instance using a provider
19   // Learn more: https://web3js.readthedocs.io/en/v1.2.0/web3.html
20   this.web3 = new Web3(
21     (window.web3 && window.web3.currentProvider) ||
22     new Web3.providers.HttpProvider(this.Contract.endpoint)
23   );
24
25   // Creates the contract interface using the web3.js contract object
26   // Learn more: https://web3js.readthedocs.io/en/v1.2.0/web3-eth-contract.html
27   var contract_interface = this.web3.eth.contract(this.Contract.abi);
28
29   // Defines the address of the contract instance
30   this.instance = this.Contract.address
31     ? contract_interface.at(this.Contract.address)
32     : { createTokens: () => {} };
33 };
34
35 // Displays the token balance of an address, triggered by the "Check balance" button
36 Token.prototype.showAddressBalance = function(hash, cb) {
37   var that = this;
38
39   // Gets form input value
40   var address = $("#balance-address").val();
41

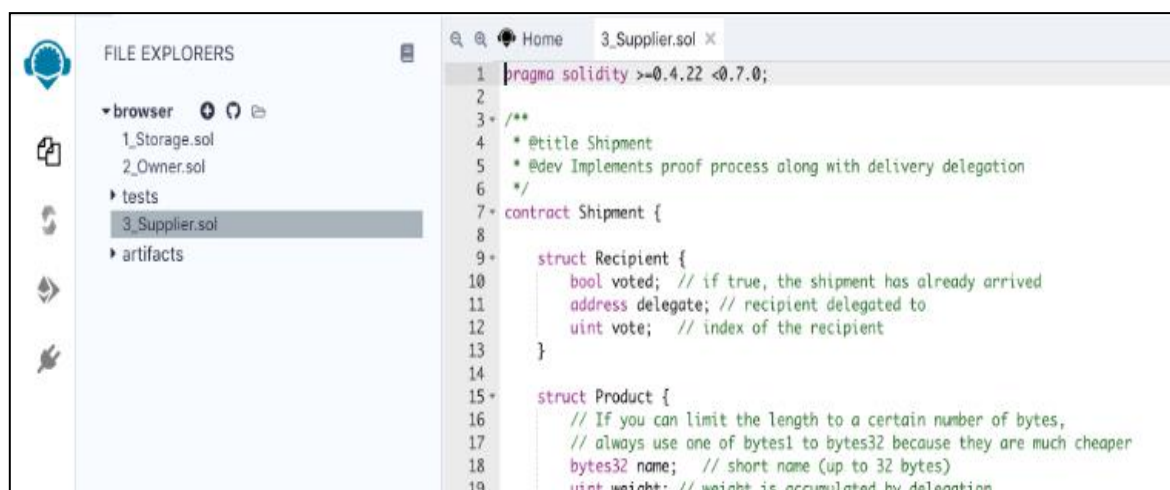
```

Fig. 5. Software Code Fragment - Use of Tokens in a smart contract

We also used the Tokens as a way to repay the amount stipulated in the smart contract, without leaving the Ethereum system, as the Token also has monetary value. This process is illustrated in the program code in the figure below.

We presented the Client as a party to the contract for the realization of the software code (fig.6). Object Supplier: writing in software code, means the Client must fulfill the terms of the contract in return for payment.

Recipient: is the Client, who is obliged to give the payment to the Supplier in case of fulfillment of the terms of the smart contract.



```

1 pragma solidity >=0.4.22 <=0.7.0;
2
3 /**
4  * @title Shipment
5  * @dev Implements proof process along with delivery delegation
6  */
7 contract Shipment {
8
9     struct Recipient {
10         bool voted; // if true, the shipment has already arrived
11         address delegate; // recipient delegated to
12         uint vote; // index of the recipient
13     }
14
15     struct Product {
16         // If you can limit the length to a certain number of bytes,
17         // always use one of bytes1 to bytes32 because they are much cheaper
18         bytes32 name; // short name (up to 32 bytes)
19         uint weight; // weight is accumulated by delegation

```

Fig. 6. Software Code Fragment - Check the terms of the contract

Shipment: is a set of Products that Supplier is responsible for delivering to the Recipient.

Conclusions. Blockchain technology is a decentralized database that records all the operations performed in the supply chain. The main advantage of the blockchain is that it allows the parties to communicate directly with each other without a third party. In addition to cryptocurrency, a smart contract can be placed in the blockchain, where the terms of the contract between the parties are validated using software codes.

For drafting the smart contracts, we have recorded the documentation required for transportation and implemented them on the Ethereum platform. The result of our research showed that, it is technically possible to submit almost all documents, except the certificate of origin of the product, in the form of smart contracts, whereas these documents will be kept confidential, secure, accurate and the process will be rapid and economically efficient.

Using blockchain and smart-contract technology in the supply chain management is the one of the possible solutions to reduce the costs, speed up business processes, ensure proper and timely financial settlement, guarantee reliability without altering information in both state registries and transactions between the participants of supply chain process. It is also notable that the data is stored in an open decentralized blockchain, which allows for rapid audit and control.

REFERENCES

1. Doborjginidze G., Petriashvili L. (2020) "Improving Efficiency of Inventory Identification System" European Science Review, Issue 1-2. DOI: <https://doi.org/10.29013/ESR-20-1.2-84-88> Pages: 84 – 88
2. K. Delmolino, M. Arnett, A. Kosba, A. Miller, and E. Shi, (2016) "Step by step towards creating a safe smart contract: Lessons and insights from a cryptocurrency lab," in International Conference on Financial Cryptography and Data Security, pp. 79-94, Springer.
3. V. Morabito, (2017) "Smart contracts and licensing," in Business Innovation Through Blockchain, pp. 101-124, Springer.
4. Lin William Cong (2017) "Blockchain Disruption and Smart Contracts" Booth School of Business, University of Chicago Booth School and NBER. (JEL C73, D82, D86, G29, L13, L86) Received May 31; editorial decision May 29, 2018 by Editor Itay Goldstein.
5. A. Lewis, (2017). «A gentle introduction to smart contracts», Available online at: <https://bitsonblocks.net/2016/02/01/a-gentle-introduction-to-smart-contracts>.
6. Paul Vigna Michael J. Casey. (2018) The Truth Machine: The Blockchain and the Future of Everything Hardcover – February 27.
7. M. Al-Bassam, (2017) "Scpki: A smart contract-based pki and identity system," in Proceedings of the ACM Workshop on Blockchain, Cryptocurrencies and Contracts, BCC '17, pp. 35-40, ACM
8. Retrieved from <https://www.dawsonconsulting.com.au/why-paper-in-your-supply-chain-is-bad-for-business/>
9. Retrieved from <https://www.supplychaindigital.com/procurement/four-ways-eliminate-paper-procurement>
10. Retrieved from <https://www.ethereum-in-a-nutshell.anielChan57/>

THE REFLECTION OF ELECTRONIC JOURNALS' SUBJECT-MATTER IN A COLOR SYSTEM

Hussain Abdulalee Falh Al Mnshdawy Ma

Dhi Qar University College of Media, Nasiriyah Dhi Qar, Iraq

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30122020/7322

ARTICLE INFO

Received: 28 October 2020

Accepted: 10 December 2020

Published: 30 December 2020

KEYWORDS

electronic journal, color system, color functions, color gradient, mono- and polychrome artwork, color symbolism, color perception.

ABSTRACT

The article examines an electronic journal as a modern type of a periodical from the standpoint of the distinguishing features of the color palette (color system). The topic of the color influence on the user in the electronic journals' design has not been substantially studied to date. With the aim of attracting the target audience not only the content is important, but also the design.

The emphasis is laid on identifying the relationship between the color system applied for the journal's design and its content (functional focus). The author sampled and analyzed a considerable amount of factual material, representing the examples of the electronic pages' design of the journals and magazines of various types. In accordance with the division into thematic groups, characteristic color combinations and the patterns of their use on the page were identified. The thematic component is far from being crucial in choosing the electronic journal's color scheme. The reason for this is the presence of a large number of additional factors affecting its formation. Moreover, there are general trends in graphic design that set conventional limitations for the color palette, especially the trend towards minimalism.

Citation: Hussain Abdulalee Falh Al Mnshdawy Ma. (2020) The Reflection of Electronic Journals' Subject-Matter in a Color System. *International Academy Journal Web of Scholar*. 8(50). doi: 10.31435/rsglobal_wos/30122020/7322

Copyright: © 2020 Hussain Abdulalee Falh Al Mnshdawy Ma. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

The relevance of research. Electronic journals currently occupy a significant place in the information sphere of Internet resources. However, they have not yet been studied from the standpoint of visual presentation [5, 6, 8]. The design of electronic journals has not been developed as a separate direction; therefore the elaboration of all its aspects is a relevant topic for research.

The extent of research work done on the problem. The fast-paced development of information web-based resources has led to the growing popularity of Internet publications, which include electronic journals. These have come into existence relatively recently as a type of periodicals. As a matter of fact, there are practically no publications devoted to the study of this issue from the standpoint of design. Separate publications are devoted to technical issues of creating a journal on the internet. In the scientific literature, attention is paid to the magazines' content, their functions, the character of the impact made on the audience, the analysis of the audience age, the comparative aspect of men's and women's magazines, etc. [1, 2, 5, 7, 9].

Up to date, a considerable design experience in the look of internet sites and web pages has been accumulated. It is these elaborated principles that are applied in the development of the design of an electronic journal [9]. The insights of graphic designers in the field of print media are also used [4, 5].

The purpose of this article is to determine the current state of the art as regards the use of the color scheme in the design of electronic periodicals on various topics.

Proceeding from the purpose, the following tasks were set:

- to study the subject matter of electronic periodicals;

- to perform the sampling of the journals and magazines in various thematic areas so as to identify a specific color palette;
- to analyze the principles of using color in the electronic journals and magazines' design;
- to determine the distinguishing features of creating the color scheme for electronic periodicals, depending on the subject matter.

Materials and Methods. The study draws on the principles and methods of historical analysis, observation, description, formalization, generalization, structural, quantitative and comparative analysis, classification, objectivity, specificity, determinism. The method of content analysis is used to study the content of journals presented in visualized forms. The study of the visual components of the publication was carried out by the method of semiotic analysis.

Research results. Electronic journals are defined as periodicals published in electronic format on the Internet, which contain full versions of publications, and as such refer not only to the sites that provide access to the content and abstracts of the articles. Electronic journals are subdivided into three groups:

- parallel electronic journals – are electronic versions of traditional print publications, while the print and electronic versions are identical;
- integrated electronic journals – are published in print and electronic format, which differ, they rather complement each other;
- original electronic journals – are published only in electronic format, also known as networked journals.

The archives of electronic preprints of scientific articles perform a similar function. Similar to the fully-fledged electronic journals, such archives present to their subscribers the new scholarly articles and provide access to the texts.

The publication of an electronic journal on the network is presented in the form of one or several files, which contain articles reflecting the subject matter of the journal. Access to the articles is made by the table of contents using a system of links. The journal has a table of contents from which you can be redirected to the text of a particular article. An electronic journal, unlike a printed one, can contain interactive elements, which makes it more vivid for perception. This is especially the case with the children's magazines.

Due to their accessibility, electronic journals play an increasingly important role in the social life, as they provide the information in a structured manner. Apart from that, they can have the subscription features and a parallel web page meant for discussing publications.

For consumers, electronic journals are a sheer commodity. Therefore, design is an essential factor in the demand for the journal on the network. The color system of the journal is one of its main elements. The topic of the influence of color on the user in the design of electronic journals has received a relatively scarce consideration to date. It stands to reason that to attract the target audience, not only the content is essential, but also the design.

In paper versions of the journals, the first stage of evaluation is the reader's acquaintance with the cover. In the case of an electronic publication, this is obviously the web page. The main objectives of color scheme are to attract attention, to foster the orientation and facilitate the perception. However, the choice of color scheme is determined not only by the potential audience, but also by the nature of the publication and its subject matter.

The color is a bearer of information. Its functions in periodicals can be as follows:

- communicative: distinctive, opposition, division, uniting;
- symbolic: associative, associative-coding, encoding;
- expressive [3, c. 1-2].

Online electronic journals can be divided into groups (or types). A successful version of the typology was proposed by I. Lapteva for printed journals [3, p.1-2], which was to a certain extent used in this study.

1. Specialized magazines:

- official;
- scholarly
- popular scientific;
- literary and artistic;
- journalistic;

- professional;
- special interest magazines.
- 2. Entertaining and educational:
 - women's – as with the print periodicals, publications of a universal nature prevail, which satisfy the information needs of women in various areas of their lives, the specialized publications devoted to the fashion and beauty industry are the most robust in their development;
 - men's – by analogy with the printed magazines, also reflect the role of a man, his behavior and social connections as well as interpersonal interaction.
 - children's – are educational and insightful by their nature.

We performed a sampling of electronic journals [10-16]. The most striking examples that provide an overall general idea of the color system formation in magazines of the diverse thematic focus are presented in Tables 1-3.

Table 1. Electronic scholarly journals

Subjects	Color system of the journal's web page			
Medicine				
Computer science, mathematics, econometrics				
Economy, business, finance				
Geology, geophysics, geography				
Biology, chemistry, ecology				
Architecture, construction, design				
Archeology, history, ethnography				
Philology				
Philosophy				

Table 2. Electronic entertainment magazines

Subjects	Color scheme of the magazine's web page			
Children's				
Women's				
Men's				
Youth				

Table 3. Electronic special interest magazines

























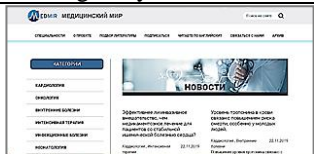








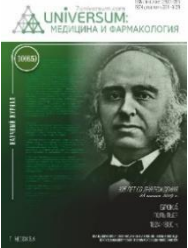

Subjects	Color scheme of the magazine's web page			
Country house, garden, kitchen garden				
Cooking				
House master				
Cars				
Handicraft				
Hunting and fishing				

Table 4 is an example of a more detailed analysis of the color system of one of the scholarly journals' types, in particular, medicine (see Table 4). It does not present the entire analyzed factual sample, but the most striking examples. The limitations are caused by the limited amount of graphic material.

Table 4. Analysis of the color system of electronic medical journals

Subjects	Magazine name	Page Layout / Color	Logo	Colors
Medicine	Medical World			Main – shades of blue Additional – gray Accental – red
	Psychopharmacology & Biological Narcology			Main – shades of blue Main - // - Accental – none
	Spine Surgery			Main – shades of blue Additional – gray Accental – none
	Stroke			Main – black Additional – yellow Accental – none
	SonoAce-Ultrasound		-	Main – black Additional – grey Accental – yellow
	Universum: Medicine and Pharmacology			Main – shades of green Additional – grey Accental – none

Based on the above examples, the following patterns can be traced:

- the color palette in the design of electronic magazines contains the colors of the logo;
- the main bulk of medical journals are designed utilizing the shades of blue as the main color, gray as an additional color, and red as an accentual color;
- magazines designed taking into account the current trends in graphic design stand out from the whole mass – a minimalistic scheme utilizing the black and yellow colors in two variations: the main black or yellow color act as an additional or as an accentual one, the gray color can also be additional; in this case, the text background is presented in the classic version – the white color;
- a separate group is made up of magazines designed in the traditions of academia – the use of well-designed images in line graphics, monochrome photos, the color system is built on nuanced shades, gradients: the main color is shades of muted green, the additional color is gray, there are no accentual colors.

Color is known to have its own symbolism (a historically formed one, a genetic one and a regional one), gender and age characteristics of perception, etc., which was discussed by us in previous articles. Therefore, when choosing a color system for the design of an electronic journal, it is necessary to analyze the information field in which the images and stereotypes are likely to operate.

For instance, despite having a gender-identical audience, every men's or women's magazine will have its own consumer. The readership differs in social status, age, income level, etc. The

peculiarities of the readership determine the choice of the color system, the nature of its use, the distinguishing features of layout and design, the ways of presenting the illustrative material, which also falls into the sphere of influence of the general color palette.

The technique of color contrast is used to highlight the key information and to enhance its significance. Both types of contrast are used: achromatic (light) and chromatic (color). Most often, two complementary colors are used: red-green, yellow-violet, blue-orange. The color contrast is mainly used to design the advertising modules. In editorial material, the color contrast can be used when the message is of particular importance, and the light contrast is more widely used. Black font on a white background is one of the most common light contrast techniques.

This example below (Fig. 1) traces the changing trends in graphic design. They relate to any objects of graphic design, including scholarly journals of any format. Here, the font in the title was changed towards simplification, while the color contrast with the substrate was increased: there was the white font on a red background – there became the yellow font on a black background. The overall color scheme has become more laconic and graphic.



Fig.1. The impact of general trends in graphic design on the color system of electronic journals

In the analyzed examples of the scholarly journals (see Table 1), with rare exceptions, the main field of the page is white or light pastel shades. This artwork makes the magazine page as readable as possible. Scholarly journals are primarily aimed at conveying the relevant information, so they have a very laconic color scheme. The problematic issue is advertising, which is an utterly alien element on the page.

Electronic scholarly journals of diverse directions can be published by one publishing house. In this case, there is uniformity in the color scheme of the journals, regardless of the subject matter (Fig. 2). The theme stands out due to the varied use of color (in this case, in the series "Natural and Technical Sciences" a large proportion of red is used, while in the series "Humanities" red is used minimally as an accentual color) and in the title illustration.



Fig. 2. The use of a single color palette as a corporate identity for the publishing house in a different system to highlight the journals' subject matter

Research results (conclusions). As a result, it was found that scholarly and other professional journals have mainly a monochrome artwork based on gradients of one color. The neutral, muted color is chosen, the main field is predominantly white. Gray-blue or blue color scheme prevails. The natural sciences, in particular ecology are distinguished by the use of shades of green and ochre. Red and orange colors can be used as accents, but in a very minimal amount – 2-10% of the entire color field.

Entertainment magazines have a wider color palette. In the design of children's magazines, a color system was used, built mainly on the predominance of pure open colors. Their brightness and saturation can even be excessive, which tires the eyesight and interferes with the perception of the

texts. The basic (background) ones are bright green and blue, the additional ones are used in large quantities, which brings diversity.

The color scheme of women's magazines has two distinct directions associated with their themes. On the one hand, the emphasis is placed more on housework, childcare, etc., so it uses bright vivid colors (similar to children's magazines) and a white background. Color is used to highlight the headings and articles, line graphics, photographs are mostly kept in a pastel palette. On the other hand, the second direction is fashion and beauty. Thus, here the dramatic design is achieved through a laconic but catchy color system. Recent background colors are white, grayscale, black. Additional colors are as follows: shades of red (noble), deep pink (fuchsia), yellow (gold).

Men's magazines in design can also vary from a pronounced status (a classical version, well anchored in the subconscious) to the prevalence of an intellectual component, which can be attributed to the latest trends. Status is indicated by a laconic color system based on the use of the contrasting classical combinations: white – black, black – gold. Intelligence is more emphasized by the introduction of shades of blue (analogy with scientific journals).

Youth magazines in their design tend towards men's and women's. But they are generally executed in a more graphical artwork, using the minimum number of colors – black, red, blue, pink. The background color is predominantly white.

The special interest magazines reflect their topics to the greatest extent in the color system used in their design. The theme of working with soil and plants is expressed in shades of green. The theme of house construction is expressed via the color of the material with which the specialist works, for example, wood has shades of ocher, etc. Background colors are white with some shades of gray.

Discussion of results. Among the negative aspects of using color that were identified during the study, the following should be noted. When choosing a color system for electronic journals on various topics, the perception peculiarities of people with visual impairments are not taken into account. Obviously, the most publications will not be available to them. For example, the greatest contrast is found in children's magazines, primarily by using the bright, open colors. Textual information is most clearly seen in scholarly publications, since they use a “classical” scheme – a black text on a white background. But journals' navigation can be seriously hampered by the monochrome color system – the tonal differences between components are scarce, making the entire page blurry, without clearly highlighting the structure of the journal.

Advertising is another major obstacle to color perception in electronic magazines. Some of them embed it into their overall context. In such case it does not interfere with the general vision of the page. In the case of the formal inclusion of ad units in the page field, they, due to their specificity, completely change the impression from the perception of the magazine, interfere with the study of the content.

Conclusions. In general, it can be noted that the subject matter component is far from being crucial in choosing the color scheme for an electronic journal. This is due to the presence of a large number of additional factors affecting its creation. Moreover, there are general trends in graphic design that set out though a conventional, but still a limitation in the color palette, especially the trend towards minimalism. What matters the most is the well-established system of stereotypes in color preferences and the conveyance in color of certain messages (e. g., the status). Hence, it is necessary to pay attention to the further elaboration of this problematics, since color has a considerable potential in design and makes it possible to diversify the visual imagery in the design of electronic journals.

REFERENCES

1. Vikhreva G. M. The repositories of periodicals in the library: acquisition and maintenance: lecture notes / State public scientific and technical library of the Siberian branch of Russian Academy of Sciences; respon. for publ. E. B. Artemyeva. Novosibirsk: State public scientific and technical library of the SB of RAS, 2012. 136 p.
2. Kolomyitseva E. Yu. Women's magazines on the Internet. *Cultural life of the South of Russia*. 2008. Vol. 2, Issue 27. P. 92-92.
3. Lapteva I. The use of color in periodicals. *CompuArt*. 2001. Vol. 8. P. 1–6.
4. Lapteva I. Use of color in periodicals. Part 2: The color activation of magazines. *CompuArt*. 2001. Vol. 9, No. 5. P. 1–8.
5. Rozina I. N. Scholarly electronic journal in the system of professional communication. *Educational technologies and society*. 2016. P. 600–620.

6. Sitnikova E. V. Illustration as a visual component of the content of children's publications. *Philological sciences*. The questions of theory and practice. Tambov: Diploma, 2016. Vol. 2, No. 56. In 2 parts: Part 1. P. 62–68.
7. Smeyukha V. V. Women's network journals: theoretical and typological characteristics. *Bulletin of the Adygheya State University. Series 2: Philology and Art History*. 2011. P. 1–5.
8. Khalgaeva D. D., Mandzhieva S. V. Electronic women's journal and its features. *Bulletin of the Kalmyk State University*. 2016. Vol. 3, No. 31. P. 69–76.
9. The series of articles "The difference between electronic and printed editions". The website of the Institute of Sociology of the Russian Academy of Sciences. URL: http://www.isras.ru/index.php?page_id=1785.
10. Children's electronic magazines. Retrieved from: http://www.ndbmarshak.ru/page/elektronnaya_biblioteka_el_bibl_elektronnye_detskie_zhurnaly/
11. Electronic Journals on Economics. Retrieved from: <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgxwGBwSgjkzTWxgLVwQmxPbxJzsz>
12. Electronic Journals on Computer Science, Mathematics and Econometrics. Retrieved from: <http://www.iubip.ru/library/links/periodicals/magazines/IT>
13. Electronic Journals on Geology. Retrieved from: https://elementy.ru/catalog/t111/Geologiya/g14/nauchnye_zhurnaly_VAK/geo1/Rossiya
14. Electronic Journals on Architecture, Construction, Design. URL: http://iad.sfu-kras.ru/page.php?page_id=94
15. Electronic Journals on Biology. Retrieved from: https://elementy.ru/catalog/t47/Biologiya/g14/nauchnye_zhurnaly_VAK/geo6/Moskva?page=2
16. Electronic Journals on Archeology. Retrieved from: https://elementy.ru/catalog/t117/Arkheologiya/g14/nauchnye_zhurnaly_VAK

ДОСЯГНЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО РОЗПОДІЛЕНОГО ПЛАНУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ЧЕРГ ПОВІДОМЛЕНЬ У ХМАРІ ДЛЯ БАГАТОЗАДАЧНИХ ОБЧИСЛЕНЬ ТА ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

Старовойтенко Олексій Володимирович,

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7365-3940>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30122020/7323

ARTICLE INFO

Received: 26 October 2020

Accepted: 14 December 2020

Published: 30 December 2020

KEYWORDS

FlexQueue, multitasking, cloud message queues, high-performance system, data consistency.

ABSTRACT

Due to the growth of data and the number of computational tasks, it is necessary to ensure the required level of system performance. Performance can be achieved by scaling the system horizontally / vertically, but even increasing the amount of computing resources does not solve all the problems. For example, a complex computational problem should be decomposed into smaller subtasks, the computation time of which is much shorter. However, the number of such tasks may be constantly increasing, due to which the processing on the services is delayed or even certain messages will not be processed. In many cases, message processing should be coordinated, for example, message A should be processed only after messages B and C. Given the problems of processing a large number of subtasks, we aim in this work - to design a mechanism for effective distributed scheduling through message queues. As services we will choose cloud services Amazon Webservices such as Amazon EC2, SQS and DynamoDB. Our FlexQueue solution can compete with state-of-the-art systems such as Sparrow and MATRIX. Distributed systems are quite complex and require complex algorithms and control units, so the solution of this problem requires detailed research.

Citation: Starovoitenko O. V. (2020) Achieve Efficient Distributed Scheduling with Cloud Message Queuing for Multitasking and High-Performance Computing. *International Academy Journal Web of Scholar*. 8(50). doi: 10.31435/rsglobal_wos/30122020/7323

Copyright: © 2020 Starovoitenko O. V. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Метою системи планування завдань є ефективне управління розподіленою обчислювальною потужністю робочих станцій, серверів та суперкомп'ютерів з метою максимізації пропускної здатності роботи та використання системи. Прогнозується, що до кінця цього десятиліття ми матимемо систему масштабування з мільйонами вузлів і мільярдами потоків виконання [1].

На жаль, сучасні планувальні системи мають централізовану архітектуру Master/Slaves (наприклад, Slurm [2], Condor [3, 4], PBS [5], SGE [6]), де централізований сервер відповідає за надання ресурсів та виконання завдань. Ця архітектура добре працювала в масштабах обчислювальних мереж та грубих гранульованих робочих навантаженнях [7], але вона має погану масштабованість при екстремальних масштабах систем із дрібнозернистими робочими навантаженнями [8, 9]. Рішенням цієї проблеми є перехід до децентралізованих архітектур, які уникають використання одного компонента в якості менеджера. Розподілені планувальні системи, як правило, реалізуються в ієрархічній [10] або повністю розподіленій архітектурі [31] для вирішення проблеми масштабованості. Використання нових архітектур може вирішити потенційну

єдину точку відмови та покращити загальну продуктивність системи до певного рівня, але можуть виникнути проблеми при розподілі завдань та балансуванні навантаження між вузлами [25].

Ідея використання хмарних сервісів для високопродуктивних обчислень існує вже кілька років, але вона не набула популярності в першу чергу через багато проблем. Маючи великі ресурси, публічні хмари можна використовувати для виконання завдань в екстремальних масштабах розподіленим способом. Наша мета у цьому проекті - забезпечити компактну та легку розподілену структуру виконання завдань, яка працює на Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) [17], використовуючи складні розподілені будівельні блоки, такі як Amazon Simple Queuing Service (SQS) [18] та Amazon, розподілений NoSQL ключ/значення сховища (DynamoDB) [33].

Було багато дослідницьких робіт з використання загальнодоступного хмарного середовища для наукових обчислень та високопродуктивних обчислень (HPC). Більшість цих робіт показують, що хмара не могла виконувати добре працюючі наукові програми [11, 12, 13, 14]. Більшість існуючих дослідницьких робіт використовували підхід використання публічної хмари як подібний ресурс до традиційних кластерів та суперкомп'ютерів. Використання спільних ресурсів та технологій віртуалізації робить загальнодоступні хмари зовсім іншими, ніж традиційні системи HPC. Замість того, щоб запускати одні й ті ж традиційні програми на іншій інфраструктурі, ми пропонуємо використовувати публічні хмарні сервісні програми, які оптимізовані для хмарного середовища. Використання загальнодоступних хмар, таких як Amazon, як ресурсу для виконання завдань може бути складним для кінцевих користувачів, якщо воно надає лише необроблену IaaS [34]. Було б дуже корисно, якби користувачі могли лише увійти в свою систему та надіслати завдання, не турбуючись про управління ресурсами.

Ще однією перевагою хмарних служб є те, що користуючись цими службами, користувачі можуть впродовж короткого періоду впровадити порівняно складні системи з дуже короткою базою коду. Наша мета - показати докази того, що користуючись цими послугами, ми можемо надати систему, яка надає високоякісні послуги, які відповідають сучасним системам, із значно меншою базою коду. *У цій роботі ми розробляємо та впроваджуємо масштабовану структуру виконання завдань на хмарі Amazon, використовуючи різні хмарні сервіси AWS, і спрямовуємо її на підтримку обчислень із багатьма завданнями та високопродуктивних робочих навантажень.*

Найважливішим компонентом нашої системи є служба простої черги Amazon (SQS), яка діє як служба доставки вмісту для виконання завдань, дозволяючи клієнтам ефективно, асинхронно та масштабовано спілкуватися з сервісами. Amazon DynamoDB - це ще один хмарний сервіс, який використовується, щоб переконатися, що завдання виконуються рівно один раз (це потрібно, оскільки Amazon SQS не гарантує семантику доставки точно один раз). Ми також використовуємо Amazon Elastic Compute Cloud (EC2) для управління віртуальними ресурсами. Завдяки можливості SQS одночасно доставляти надзвичайно велику кількість повідомлень великій кількості користувачів, система планування може забезпечити високу пропускну здатність навіть у більших масштабах.

Сучасна аналітика даних направлена до інтерактивних коротших завдань із більшою пропускну здатністю та меншою затримкою [35][10]. Більше програм використовується до запуску більшої кількості завдань з метою покращення пропускну здатності та продуктивності програм. Хорошим прикладом для цього типу програм є багатозадачні обчислення (MTC) [15, 16, 39, 40]. Додатки MTC часто вимагають короткого часу для вирішення і можуть вимагати значних комунікацій або даних [41].

Розподілені системи управління роботою мають проблему низького використання через їх погану стратегію балансування навантаження. *Ми пропонуємо FlexQueue як систему управління робочими місцями, яка забезпечує гарне балансування навантаження та велике використання системи у великих масштабах.* Замість використання таких методів, як випадкова вибірка, FlexQueue використовує розподілені черги, щоб коректно доставити завдання сервісам, не вимагаючи при цьому системи вибору між вузлами. Розподілена черга служить великим пулом завдань, які є високоступними. Сервіс вирішує коли отримати нове повідомлення. Такий підхід забезпечує простоту та ефективність дизайну. Більше того, застосовуючи такий підхід, компоненти системи нещільно зв'язані між собою. Тому *система буде високо масштабованою, надійною та простою в оновленні.* Хоча мотивацією цієї роботи є підтримка завдань MTC, вона також забезпечує підтримку розподіленого планування HPC. Це дозволяє FlexQueue бути ще більш гнучким, одночасно виконуючи різні типи робочих навантажень.

Основним внеском цієї роботи є:

1. Спроекувати та впровадити просту та легку структуру виконання завдань за допомогою сервісів Amazon Cloud (EC2, SQS та DynamoDB), що підтримує як навантаження MTC, так і HPC

3. Оцінка продуктивності до масштабу 1024 екземплярів порівняно з Sparrow та MATRIX: FlexQueue здатний перевершити інші дві системи після масштабування 64 екземплярів з точки зору пропускної здатності та ефективності.

Решта розділів цієї статті є такими. В Розділ II продемонстровано деталі проектування та реалізації FlexQueue. Розділ III оцінює ефективність FlexQueue у різних аспектах, використовуючи різні показники. Розділ IV вивчає відповідну роботу в галузі систем виконання завдань. Нарешті, розділ V обговорює обмеження поточної роботи та висвітлює майбутні напрямки цієї роботи.

Розробка та впровадження flexqueue.

Метою цієї роботи є впровадження системи планування/управління сервісами, яка відповідає чотирьом основним цілям:

- **Масштаб:** пропонуємо збільшити пропускну спроможність із більшими масштабами через розподілені послуги

- **Баланс навантаження:** пропонуємо балансування навантаження у великих масштабах при неоднорідних робочих навантаженнях

- **Слабко зв'язана:** вирішальне значення для того, щоб зробити систему стійкою до несправностей і простою в обслуговуванні

Для досягнення масштабованості FlexQueue використовує SQS, який є розподіленим та дуже масштабованим. Як основний елемент FlexQueue, SQS може завантажувати та завантажувати велику кількість повідомлень одночасно. Незалежність сервісів та клієнтів забезпечує зручність роботи системи в більших масштабах. Для забезпечення інших функціональних можливостей, таких як моніторинг або послідовність виконання завдань, FlexQueue також використовує такі хмарні сервіси, як DynamoDB, які є повністю розподіленими та масштабованими.

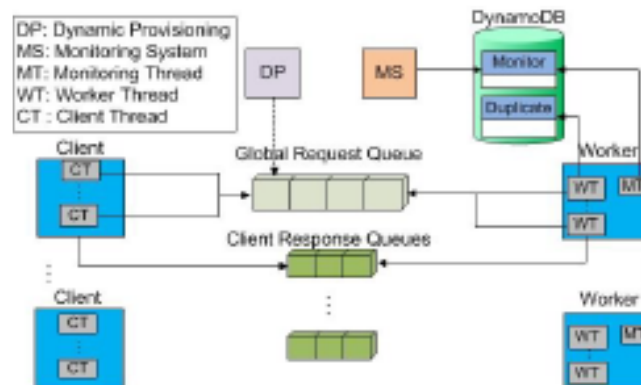


Рис. 1. Огляд архітектури FlexQueue

Через використання хмарних служб витрати на обробку FlexQueue дуже низькі. Багато програмних викликів у FlexQueue - це виклики до хмарних служб. Маючи абсолютно незалежні сервіси і клієнтів, FlexQueue не потрібно зберігати будь-яку інформацію про свої вузли, таку як IP-адреса або будь-який інший стан своїх вузлів.

Компоненти FlexQueue можуть працювати незалежно від компонента SQS посередині, щоб відокремити різні частини фреймворку один від одного. Це робить наш дизайн компактним, надійним і легко розширюваним.

Система планування може працювати в міжплатформенній системі з можливістю обслуговування в неоднорідному середовищі, яке має системи з різними типами вузлів з різними платформами та конфігураціями. Використання розподілених черг також допомагає зменшити залежність між клієнтами та сервісами. Клієнти та сервіси можуть самостійно змінювати свою швидкість pub/sub без будь-яких змін у системі.

Усі вищезазначені переваги покладаються на розподілену чергу, яка може забезпечити хорошу продуктивність у будь-якому масштабі. Amazon SQS - це високошвидкісна хмарна

служба, яка може надати всі функції, необхідні для реалізації масштабованої системи планування завдань. Використовуючи цей сервіс, ми можемо досягти мети - мати систему, яка ідеально вписується в загальнодоступне хмарне середовище та оптимально працює на своїх ресурсах.

Система полегшує користувачам розподілену роботу над хмарними ресурсами, просто використовуючи клієнтський інтерфейс, без необхідності знати деталі базових ресурсів, а також налаштовувати кластер.

A. Архітектура.

У цьому розділі пояснюється системний дизайн FlexQueue. Ми використали дизайн на основі компонентів для цього проекту з двох причин. (1) Дизайн на основі компонентів краще підходить для хмарного середовища. Це також допомагає розробити проект у вільному поєднанні. (2) Поліпшити впровадження в майбутньому буде простіше.

У наступних розділах пояснюється архітектура системи як для навантажень МТС, так і для НРС. FlexQueue має можливість запускати робочі навантаження за допомогою суміші обох типів завдань. Перший розділ показує архітектуру системи на випадок виконання виключно завдань МТС. Другий розділ описує процес у разі запуску завдань НРС.

1) Управління завданнями МТС.

На Рис. 1. показані різні компоненти FlexQueue, які беруть участь лише у запуску завдань МТС. Завдання МТС визначається як завдання, яке вимагає обчислювальних ресурсів, які може задовольнити один сервіс (наприклад, там, де сервіс керує ядром або вузлом). Клієнтський вузол працює як інтерфейс для користувачів для подання своїх завдань. SQS має обмеження в 256 КБ для розміру повідомлень, якого достатньо для розміру завдання FlexQueue. Для надсилання завдань через SQS нам потрібно використовувати ефективний протокол серіалізації з низькими накладними витратами на обробку. З цієї причини ми використовуємо буфер протоколу Google. Завдання зберігає системний журнал під час процесу, передаючи різні компоненти. Таким чином, ми можемо повністю зрозуміти різні компоненти, використовуючи докладні журнали.

Основними компонентами FlexQueue для запуску завдань МТС є Клієнт, Сервіс, Глобальна черга запитів та Черги відповідей клієнта. Система також має динамічний провайзер для управління ресурсами. Він також використовує DynamoDB для забезпечення моніторингу. Для кожного сервіса запущений потік моніторингу, який періодично повідомляє про використання кожного сервіса до сховища значень ключа DynamoDB.

Клієнтський компонент не залежить від інших частин системи. Він може почати виконувати та подавати завдання без необхідності реєструватися в системі. Наявності адреси глобальної черги достатньо, щоб компонент Клієнта приєднався до системи. Клієнтська програма багатопоточна. Тож він може подавати кілька завдань паралельно. Перед відправкою будь-яких завдань Клієнт створює для себе чергу відповідей. Усі подані завдання містять адресу черги відповідей Клієнта. Клієнт також має можливість використовувати групування завдань, щоб зменшити накладні витрати на зв'язок.

З метою підвищення продуктивності та ефективності системи ми вирішили встановити два режими. Якщо в системі виконуються завдання МТС, усі сервіси працюють як звичайні сервіси. Але у випадку запуску навантажень НРС або навантажень із комбінацією завдань НРС та МТС, крім звичайних сервісів, сервіси також можуть стати або менеджерами сервісами, які керують сервісам НРС, або субсервісами, які виконують завдання НРС.

Подібно до компонента Клієнт, компонент Сервіс самостійно працює в системі. Що стосується підтримки МТС, робоча функціональність є відносно простою і прямою. Маючи загальну чергу запитів, Сервіси можуть приєднатися до системи та вийти з неї в будь-який час під час виконання. Глобальна черга запитів діє як великий пул завдань. Клієнти можуть подавати свої завдання до цієї черги, а сервіс можуть витягувати із неї завдання. Використовуючи такий підхід, масштабованість системи залежить лише від масштабованості Глобальної черги, і це не призведе до додаткового навантаження на сервісів у більших масштабах. Код сервіса також є багатопотоковим і може паралельно отримувати кілька завдань. Кожен потік може об'єднати до 10 об'єднаних завдань. Знову ж таки, ця функція зроблена для зменшення великих накладних витрат на зв'язок. Після отримання завдання робочий потік перевіряє дублювання завдання, а потім перевіряє тип завдання. У разі запуску завдань МТС це одразу ж це зробить. Потім він поміщає результати в завдання і використовує заздалегідь

задану адресу всередині завдання, відправляє завдання назад в чергу відповіді Клієнта. Як тільки черга відповідей отримує завдання, відповідний потік клієнта витягує результати. Процес закінчується, коли Клієнт отримує всі результати своїх завдань.

2) Управління завданнями HPC.

На Рис. 2 показані додаткові компоненти для запуску завдань HPC. Як зазначалося вище, у разі запуску поєднання завдань HPC та MTC кожен сервіс може виконувати різні ролі. У разі отримання завдання MTC сервіс приступає до виконання завдання самостійно. DynamoDB використовується для підтримки статусу системи, щоб сервіси могли приймати рішення про життєздатність виконання завдання HPC. По суті, у DynamoDB ми зберігаємо поточну кількість діючих менеджерів та підпорядкованих сервісів, які зайняті виконанням завдань HPC, що дає іншим сервісам уявлення про те, скільки наявних ресурсів існує.

Якщо сервіс отримує роботу HPC, DynamoDB перевіряється, щоб переконатися, що в системі достатньо доступних вузлів, що імітують для виконання завдання HPC. Якщо це задоволено, сервіс (який тепер називається менеджером робочих) розміщує n повідомлень у другому SQS (Черга завдань HPC), n - кількість робочих місць, необхідних робочому менеджеру для виконання завдання. Якщо недостатньо доступних ресурсів, вузол не може виконувати функції менеджера сервісів; натомість цей вузол перевірить Чергу завдань HPC та виступить у ролі допоміжного сервіса. Якщо в черзі HPC є повідомлення, субсервіс повідомить менеджера, використовуючи IP-адресу робочого менеджера. Менеджер сервіса та субсервіс використовують RMI для спілкування. Після виконання менеджер сервісів надсилає результат до черги відповідей, яку повинен забрати клієнт.

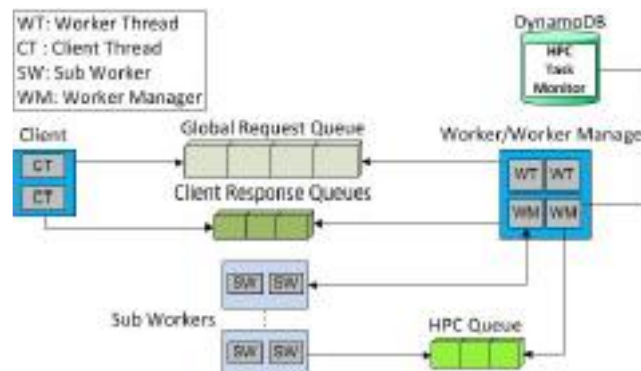


Рис. 2. Огляд архітектури FlexQueue-HPC

Б. Питання узгодженості виконання завдання.

Основним обмеженням SQS є те, що черга гарантує доставку повідомлень принаймні один раз. Це означає, що можуть існувати дублікати повідомлень, що передаються сервісам. Існування дублікатів повідомлень походить від того, що ці повідомлення копіюються на кілька серверів з метою забезпечення високої доступності та збільшення можливості паралельного доступу. Нам потрібно запропонувати методику, яка запобігає запуску дублікатів завдань, які доставляє SQS. У багатьох типах навантажень виконання завдання більше одного разу неприйнятно. Для того, щоб бути сумісним для таких типів програм, FlexQueue повинен гарантувати рівномірне виконання завдань.

Для того, щоб мати можливість перевірити дублювання, ми використовуємо DynamoDB. Отримавши завдання, робочий потік перевіряє, чи виконується завдання вперше. Робочий потік робить умовний запис у таблицю DynamoDB, додаючи унікальний ідентифікатор завдання, який є комбінацією ідентифікатора завдання та ідентифікатора клієнта. Операція завершується успішно, якщо ідентифікатор не був записаний раніше. В іншому випадку служба видає виняток для сервіса, і сервіс скидає дублікат завдання, не запускаючи його. Ця операція є атомарною операцією.

Як ми вже згадували вище, рівно один раз доставка необхідна для багатьох типів програм, таких як наукові програми. Але є деякі програми, які мають менші вимоги до послідовності і все ще можуть функціонувати без цієї вимоги. Наша програма має можливість вимкнути цю функцію для цих програм, щоб зменшити затримку та збільшити загальну

продуктивність. Ми вивчимо накладні витрати на цю функцію щодо загальної продуктивності системи в розділі оцінки.

С. Динамічне забезпечення.

Однією з головних цілей у публічному хмарному середовищі є економічна ефективність. Доступна вартість ресурсів є однією з головних особливостей публічної хмари для залучення користувачів. Для такої системи, що підтримує хмару, дуже важливо підтримувати витрати на найнижчому рівні. Для досягнення економічної ефективності ми впровадили динамічну систему забезпечення. Динамічний постачальник відповідає за призначення та запуск нових сервісів до системи, щоб не відставати від вхідного навантаження.

Компонент динамічного постачальника відповідає за запуск нових екземплярів сервісів у разі нестачі ресурсів. Додаток періодично перевіряє об'єм глобальної черги запитів та порівнює довжину черги з попереднім розміром. Якщо швидкість збільшення перевищує дозволена межу, він запускає новий сервіс. Як тільки запущений, сервіс автоматично приєднується до системи. І інтервал перевірки, і поріг розміру налаштовуються користувачем.

Для того, щоб запропонувати рішення для динамічного зменшення масштабу системи, щоб утримати низькі витрати ми додали програму, щоб сервіси могли припинити екземпляр якщо виконуються дві умови. Це трапляється лише в тому випадку, якщо сервіс на деякий час переходить у режим очікування, а також якщо екземпляр наближається до поновлення. Екземпляри в Amazon EC2 стягуються щогодини, і вони будуть поновлюватися щогодини, коли користувач не вимикає їх. Цей механізм допомагає нашій системі автоматично зменшувати масштаби без необхідності отримувати будь-який запит від компонента. Використовуючи ці механізми, система здатна динамічно масштабувати вгору і вниз.

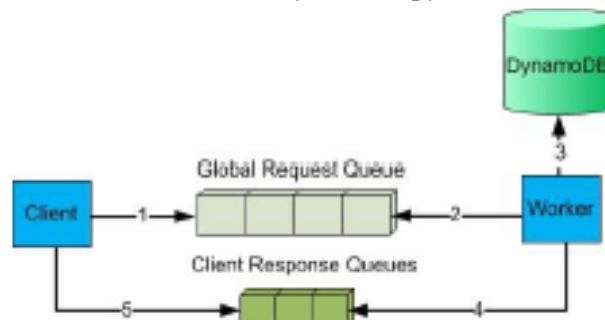


Рис. 3. Вартість зв'язку

Д. Витрати на спілкування.

Затримка мережі між екземплярами в загальнодоступній хмарі порівняно висока у порівнянні з системами НРС [36, 37]. Для досягнення розумної пропускної здатності та затримки нам потрібно мінімізувати накладні витрати на зв'язок між різними компонентами системи. На Рис. 3 показано кількість зв'язків, необхідних для завершення повного циклу запуску завдання. Для виконання завдання існує 5 кроків. FlexQueue також забезпечує групування завдань під час кроків. Клієнт може надсилати кілька завдань разом. Максимальний розмір пакета повідомлень у SQS становить 256 КБ або 10 повідомлень.

Е. Безпека та надійність.

Що стосується системної безпеки FlexQueue, ми покладемося на безпеку SQS. SQS забезпечує надзвичайно безпечну систему, що використовує механізм автентифікації. Лише авторизовані користувачі можуть отримати доступ до вмісту Черг. Щоб зберегти низьку затримку, ми не додаємо жодного шифрування до повідомлень. SQS забезпечує надійність, надлишково зберігаючи повідомлення на декількох серверах і в декількох центрах обробки даних [18].

Ф. Деталі реалізації.

Ми впровадили всі компоненти FlexQueue в Node.js. Наша реалізація багатопотокова як в компонентах клієнта, так і в Сервісах. Багато функцій в обох цих системах, таких як моніторинг, узгодженість, кількість потоків та розмір розбиття завдань, можна налаштувати як аргумент введення програми.

Оцінка ефективності. Ми оцінюємо продуктивність FlexQueue і порівнюємо її з двома іншими розподіленими системами управління роботою, а саме Sparrow та MATRIX. Спочатку ми обговоримо їх особливості високого рівня та основні відмінності. Потім ми порівнюємо їх

ефективність з точки зору пропускної здатності та ефективності. Ми також оцінюємо затримку FlexQueue.

A. Порівняння FlexQueue з іншими системами планування.

Нам було достатньо порівняти нашу систему з Sparrow та MATRIX, оскільки ці дві системи представляють найкращі у своєму роді розподілені системи управління завданнями з відкритим кодом.

Sparrow був розроблений для досягнення мети управління мілісекундними сервісами у широкомасштабній розподіленій системі. Він використовує децентралізований підхід рандомізованої вибірки для планування завдань на робочих вузлах. У системі є кілька планувальників, кожен із яких має список сервісів і розподіляє робочі місця між сервісами, приймаючи рішення на основі довжини черги робочих місць.

У MATRIX на кожному комп'ютерному вузлі працює планувальник, виконавець та сервер ZHT. Виконавець може бути окремим ланцюжком у планувальнику. Всі планувальники повністю пов'язані з кожним, знаючи всі інші. Клієнт - це інструмент стенової розмітки, який видає запит на генерацію набору завдань і передає завдання будь-якому планувальнику. Виконавець продовжує виконувати завдання планувальника. Кожного разу, коли планувальник не має виконувати більше завдань, він ініціює адаптивний алгоритм, щоб забрати завдання у планувальників-сусідів-кандидатів. ZHT - це DKVS, який використовується для збереження метаданих задачі розподіленим, масштабованим та відмовостійким способом.

Однією з головних відмінностей між Sparrow та FlexQueue або MATRIX є те, що Sparrow розподіляє завдання, підштовхуючи їх до сервісів, тоді як FlexQueue та MATRIX використовують підтягуючий підхід. Крім того, в FlexQueue система надсилає клієнтам результати виконання завдань. Але як у Sparrow, так і в MATRIX, система не надсилає будь-який тип повідомлень назад клієнтам. Це може дозволити Sparrow та MATRIX працювати швидше, оскільки це дозволяє уникнути ще одного кроку спілкування, але також ускладнює для клієнтів з'ясування, чи успішно виконувались їх завдання.

B. Тестовий стенд.

Ми розгортаємо та запускаємо всі три системи на Amazon EC2. Ми використовували екземпляри t3.large на Amazon EC2. Ми провели всі наші експерименти в центрі обробки даних Amazon (us.east1). Ми масштабували експерименти до 1024 вузлів. Для того, щоб зробити експерименти ефективними, клієнтський та робочий вузли запускаються на кожному вузлі. Усі екземпляри мали операційні системи Linux. Наш фреймворк повинен працювати на будь-якій ОС, що має Node12+, включаючи Ubuntu.

C. Пропускна здатність.

1) Завдання МТС.

Для того, щоб виміряти пропускну здатність нашої системи, ми запускаємо задачі sleep 0. Ми також порівняли пропускну здатність FlexQueue із Sparrow та MATRIX. У кожному екземплярі запущено 2 потоки клієнта та 4 робочі потоки. Кожен екземпляр подає 16000 завдань. Рис. 4 порівнює пропускну здатність FlexQueue із Sparrow та MATRIX у різних масштабах. Кожен екземпляр подає 16000 завдань із загальним обсягом до 16.38 мільйонів завдань у найбільшому масштабі.

Пропускна здатність MATRIX значно вища, ніж FlexQueue та Sparrow у 1 екземплярі. Причина полягає в тому, що MATRIX може виконувати багато детальних завдань локально, будь-яке планування або накладні витрати на мережу. Але на FlexQueue завдання повинні проходити через мережу, навіть якщо в системі запущений один вузол. Розрив між пропускну здатністю систем зменшується, оскільки накладні витрати на мережу додаються до двох інших систем. Планувальники MATRIX синхронізуються між собою, використовуючи загальний метод синхронізації. Маючи занадто багато відкритих TCP-з'єднань між сервісами та планувальниками у масштабі 256 екземплярів, MATRIX стає нестабільним. Продуктивність мережі в хмарі EC2 значно нижча, ніж у системах HPC, де MATRIX успішно запущений у масштабах 1024 вузлів.

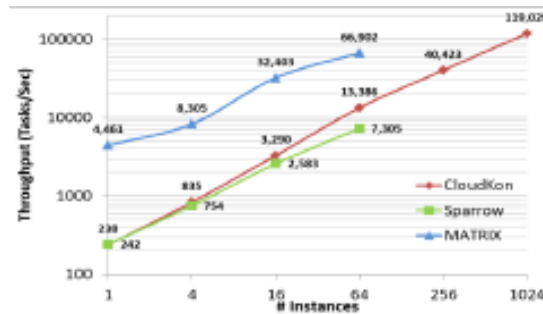


Рис. 4. Пропускна здатність FlexQueue, Sparrow та MATRIX (завдання MTC)

Sparrow є найповільнішою серед трьох систем з точки зору пропускної здатності. Вона демонструє стабільну пропускну здатність з майже лінійним прискоренням до 64 екземплярів. Оскільки кількість екземплярів збільшується більше ніж на 64, список екземплярів для вибору для кожного планувальника на Sparrow збільшується. Тому багато сервісів залишаються без роботи, а пропускну спроможність не збільшиться, як очікувалося. Ми не змогли запустити Sparrow у масштабі 128 або 256 примірників, оскільки у планувальників було відкрито занадто багато сокетів, що призвело до збоїв системи.

FlexQueue досягає хорошого прискорення в 500 разів, починаючи з 238 завдань на секунду на 1 екземплярі до 119 тис. завдань на секунду на 1024 екземплярах. На відміну від інших двох систем, процес планування на FlexQueue не виконується екземплярами. Оскільки управління завданнями здійснює SQS, продуктивність системи в основному залежить від цієї послуги. Ми прогнозуємо, що пропускну здатність буде продовжувати масштабуватися, поки не досягне обмежень продуктивності SQS (яких ми не змогли досягти до 1024 екземплярів). Через бюджетні обмеження ми не змогли розширити наш масштаб понад 1024 екземпляри, хоча ми плануємо подати заявку на додаткові кредити Amazon AWS та перенести нашу оцінку на шкали екземплярів 10К, найбільшу допустиму кількість екземплярів на користувача без попереднього резервування.

2) Завдання НРС.

Ми демонструємо пропускну здатність FlexQueue під робочим навантаженням завдань НРС. Запуск завдань НРС додає системі більше накладних витрат, оскільки буде виконано більше кроків для їх виконання. Замість того, щоб виконувати завдання відразу, менеджеру сервіса потрібно пройти кілька кроків і почекати, щоб отримати достатньо ресурсів для запуску роботи. Використання DупагоDB сповільнює роботу системи та знижує ефективність робіт. Але це не впливає на масштабованість. Використання FlexQueue може значно покращити час роботи робочих навантажень НРС, паралельно виконуючи завдання, яке зазвичай виконується послідовно. Ми вибрали сервіси з 4, 8 та 16 завданнями. На кожному екземплярі запущено 4 сервісні потоки. Кількість виконаних завдань за кожною шкалою для різних сервісів однакова.

Рис. 5 порівнює пропускну здатність системи у випадку запуску завдань НРС з різною кількістю підзавдань на завдання. Результати показують, що пропускну здатність імітаційних завдань із більшою кількістю завдань на одне завдання менша. На робочих місцях із більшою кількістю завдань потрібно чекати, поки більше сервісів почнуть процес вимірювання. Це додає більше затримок і уповільнює роботу системи. Ми бачимо, що FlexQueue здатний досягти високої пропускної здатності в 205 сервісах в секунду. Результати також показують хорошу масштабованість, оскільки ми додаємо більше примірників.

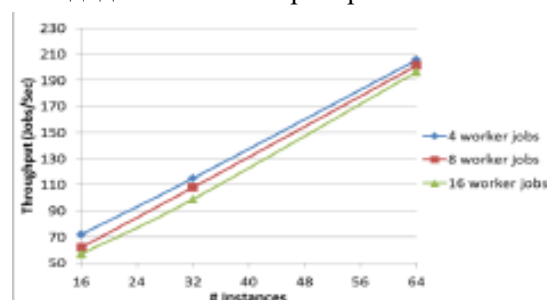


Рис. 5. Пропускна здатність FlexQueue (завдання НРС)

D. Латентність.

Для точного вимірювання затримки система повинна записати запит і відповіді на позначки часу кожного завдання. Проблема Sparrow та MATRIX полягає в тому, що в процесі виконання робочого часу сервіси не надсилають сповіщення клієнтам. Тому неможливо виміряти затримку кожного завдання, порівнюючи мітки часу з різних вузлів. У цьому розділі ми виміряли латентність FlexQueue та проаналізували латентність різних етапів процесу штампа.

На Рис. 6 показана затримка FlexQueue для режиму сну 0 мс, масштабування від 1 до 1024 екземплярів. Кожен екземпляр запускає 1 клієнтський потік і 2 робочі потоки і надсилає 16000 завдань на екземпляр.

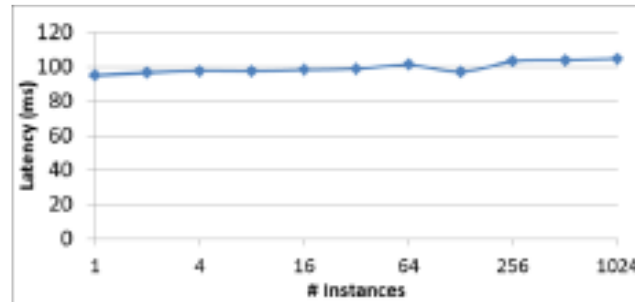


Рис. 6. Затримка завдань FlexQueue sleep 0 ms

Час затримки системи на 1 вузлі є відносно високим, показуючи накладні витрати 95 мс, додані системою. Але це буде прийнятно у більших масштабах. Той факт, що затримка не збільшується більше 10 мс при збільшенні кількості екземплярів з 1 екземпляра до 1024, свідчить про стабільність FlexQueue. SQS як пул завдань - це надзвичайно масштабований відправник, резервне копіювання якого складається з декількох серверів, що забезпечує відправника дуже масштабованим. Таким чином, масштабування системи шляхом додавання потоків та збільшення кількості завдань не впливає на продуктивність SQS. Клієнтський та сервісний вузли завжди обробляють однакову кількість завдань у різних масштабах. Тому масштабування не впливає на екземпляри. FlexQueue включає кілька компонентів, і його продуктивність та затримка залежать від різних компонентів. Результат затримки на Рис. 6 не показує нам жодних подробиць щодо продуктивності системи. Для того, щоб проаналізувати ефективність різних компонентів, ми вимірюємо час, який кожне завдання витрачає на різні компоненти системи, реєструючи час під час процесу виконання.

Рис. 7, 8 та 9 відповідно показують сукупний розподіл етапу завдання доставки, етапу результату доставки та етапу виконання завдань на FlexQueue. Кожен етап спілкування має три етапи: надсилання, чергу та отримання. Час затримки викликів API SQS, включаючи send-task та receive-task для обох, досить високий у порівнянні з часом виконання завдань на FlexQueue. Причиною цього є дорога вартість дзвінків API веб-служби, яка використовує формат XML для зв'язку. Обробка сервісом займає 16 мс більше 50% випадків. Сюди входить DynamoDB на який відводиться 8 мс у понад 50% випадків. Це свідчить, що гіпотетично затримка FlexQueue може значно покращитись, якщо ми використовуємо низьку розподілену чергу повідомлень, яка може гарантувати рівну доставку завдань. Ми розглянемо це докладніше в наступному розділі роботи.

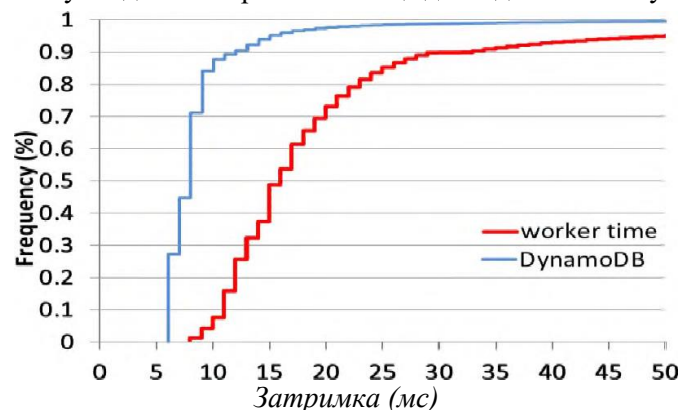


Рис. 7. Кумулятивний розподіл затримки на етапі виконання завдання

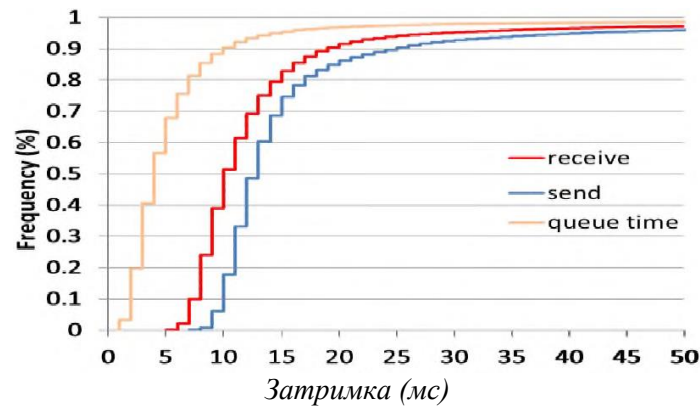


Рис. 8. Кумулятивний розподіл затримки на етапі подання завдання

Іншим помітним моментом є різниця між часом виконання завдання та результатом доставки як у черзі, так і при отриманні назад, навіть якщо вони мають однакові виклики API. Час, витрачений завданнями на чергу відповідей, перевищує час, витрачений на чергу запитів. Причина полягає в тому, що у кожному екземплярі є два потоки сервісів і лише один потік клієнта. Тому частота виконання завдань вища, коли завдання тягнуть робочі нитки.

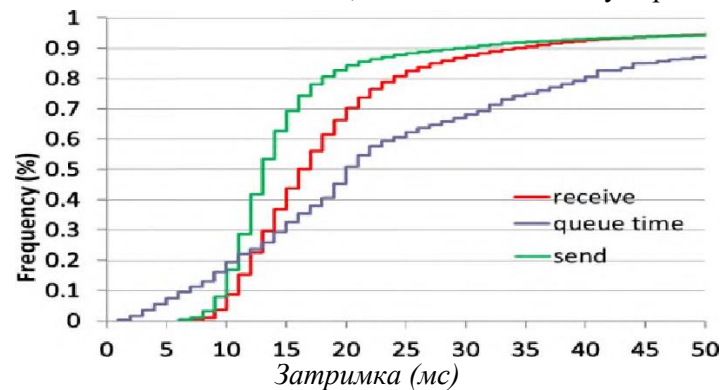


Рис. 9. Кумулятивний розподіл затримки на етапі доставки результату

Е. Ефективність FlexQueue.

Для системи дуже важливо ефективно керувати системами. Досягнення високої ефективності в розподілених системах планування сервісів не є тривіальним. Важко справедливо розподілити навантаження на всіх сервісах і зайняти всі вузли під час виконання у більших масштабах.

Для того, щоб показати ефективність системи, ми розробили два набори експериментів. Ми перевіряємо ефективність системи на випадок однорідних та неоднорідних завдань. Однорідні завдання мають певну тривалість. Тому їх легше розподілити, оскільки планувальник передбачає, що для їх запуску потрібен однаковий час. Це може дати нам хороший відгук про ефективність системи у випадку запуску різних типів завдань з різною деталізацією. Ми також можемо оцінити здатність системи виконувати дуже довгі завдання. Проблема першого експерименту полягає в тому, що для виконання всіх завдань потрібна однакова кількість часу. Це може суттєво вплинути на ефективність системи, якщо планувальник не бере до уваги об'єм завдань. Випадкове робоче навантаження може показати, як планувальник працюватиме у випадку запуску реальних додатків.

1) Однорідні навантаження.

У цьому розділі ми порівнюємо ефективність FlexQueue із Sparrow та MATRIX щодо допоміжних завдань. На Рис. 10 показана ефективність завдань на системи 1, 16 та 128 мс. Ефективність FlexQueue при виконанні завдань на 1 мс нижча, ніж у інших двох системах. Як ми вже згадували раніше, затримка FlexQueue велика для дуже коротких завдань через значні накладні витрати мережі, додані в цикл виконання. Матриця має кращу ефективність на менших масштабах, але, як показує тенденція, ефективність надзвичайно падає, доки система не вийде з ладу через занадто велику кількість компіляцій TCP на масштабах 128 екземплярів або більше. Для завдань сну 16 мс ефективність FlexQueue становить близько 40%, що є низьким (у

порівнянні з іншими системами). Ефективність MATRIX починається з більш ніж 93% на одному екземплярі, але знову ж вона падає до нижчої ефективності, ніж FlexQueue у більшій кількості екземплярів. Ми можемо помітити, що ефективність FlexQueue дуже стабільна в порівнянні з двома іншими системами в різних масштабах. Це показує, що FlexQueue досягає кращої масштабованості. У завданнях 128 мс для сну ефективність FlexQueue сягає 88%. Знову ж таки, результати показують, що ефективність MATRIX падає у більших масштабах.

Sparrow демонструє дуже хорошу та стабільну ефективність, виконуючи однорідні завдання до 64 екземплярів. Ефективність падає після цієї шкали для коротших завдань. Маючи занадто багато сервісів для розподілу завдань, планувальник не може мати ідеального балансу навантаження, а деякі сервіси залишаються без обробки. Тому система буде недостатньо використана, а ефективність знизиться. Система аварійно завершує роботу на масштабах 128 або більше через те, що в планувальниках надто багато сокетів

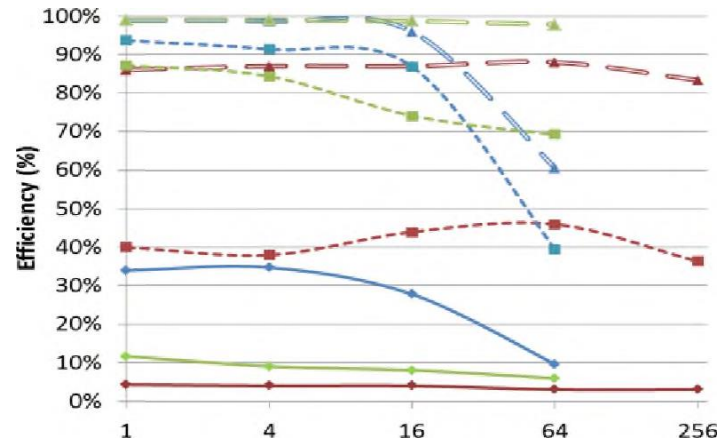


Рис. 10. Ефективність FlexQueue, Sparrow та MATRIX, що виконують однорідні робочі навантаження різної тривалості завдань (завдання 1, 16, 128 мс)

2) Неоднорідні навантаження.

Для того, щоб виміряти ефективність, ми дослідили найбільший доступний слід реальних робочих навантажень МТС [38] та відфільтрували журнали, щоб виділити лише допоміжні завдання, які об'єднали близько 2,07 млн завдань з діапазоном часу роботи від 1 мілісекунди до 1 секунди. Завдання були подані випадковим чином. Середня тривалість завдання різних екземплярів відрізняється одна від одної.

Кожен екземпляр виконує в середньому 2K завдань. Порівняння ефективності на Рис. 9 показує подібні тенденції щодо FlexQueue та MATRIX. В обох системах сервіс тягне завдання лише тоді, коли у нього є доступні ресурси для запуску завдання. Тому той факт, що тривалість виконання завдань різний, не впливає на ефективність системи. З іншого боку, у Sparrow планувальник розподіляє завдання, надсилаючи їх сервісам, у яких менше черги завдань для виконання в черзі. Той факт, що завдання мають різний час виконання, вплине на ефективність системи. Деякі з сервісів можуть мати багато довгих завдань, а багато інших сервісів можуть виконувати короткі завдання.

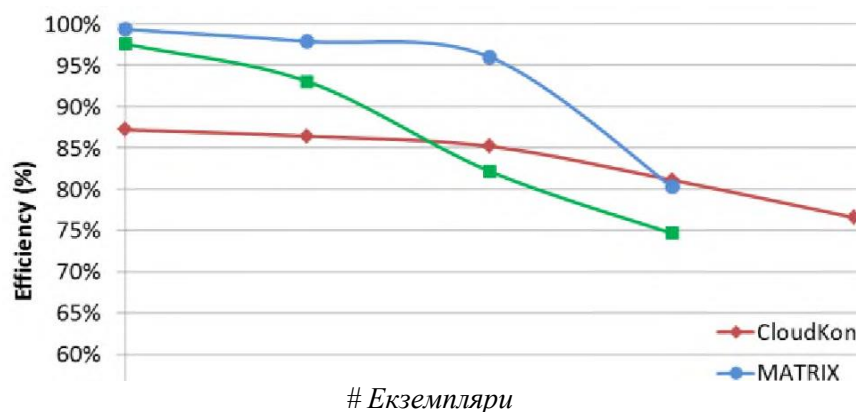


Рис. 11. Ефективність систем, що використовують неоднорідні навантаження.

Будучи недостатньо використаним, ефективність Sparrow має найбільше падіння з 1 примірника до 64 примірників. Система не працювала в 128 випадках і більше. Подібним чином ефективність MATRIX почалася з високої ефективності, але почала суттєво падати через занадто багато відкритих сокетів на TCP-з'єднаннях. Ефективність FlexQueue не така висока, як у двох інших системах, але вона є більш стабільною, оскільки зменшується лише на 6% від 1 до 64 примірників порівняно з MATRIX на 19% і Sparrow, що падає на 23%. Знову ж таки, FlexQueue була єдиною функціональною системою на 256 екземплярах із 77% ефективністю.

F. Накладні витрати на послідовність.

У цьому розділі ми оцінюємо вплив узгодженості виконання завдань на FlexQueue. На Рис. 10 показана система запуску для 16мс сну з контролером дублювання вмикається і вимикається. Витрати на інші завдання зі сну були подібні до цього експерименту. Отже, ми включили лише один із експериментів у цю роботу.

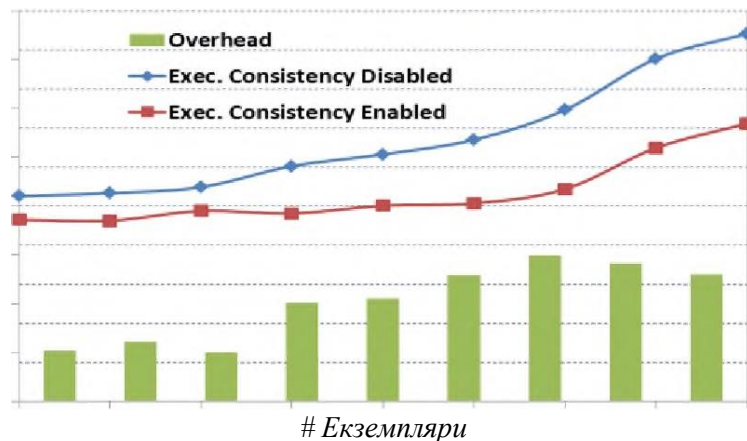


Рис. 12. Виконайте накладні витрати на послідовність виконання завдань на FlexQueue

Накладні показники консистенції збільшуються зі збільшенням масштабу. Невідповідність у різних масштабах є результатом змінної кількості повторюваних повідомлень при кожному запуску. Це призводить до більш випадкової продуктивності системи в різних експериментах, загалом накладні витрати за шкалою менше 10 становлять менше 15%. Ці накладні витрати служать здебільшого для успішних операцій запису на DynamoDB. Ймовірність отримати дублікати завдань зростає у більших масштабах. Тому винятків буде більше. Це призводить до вищих накладних витрат. Накладні витрати у більших масштабах сягають до 35%. Однак ставка накладних витрат стабільна і не перевищує цю ставку. Використання розподіленої черги повідомлень, яка гарантує доставку точно один раз, може значно покращити продуктивність.

Пов'язана робота. Планувальники завдань можуть бути централізованими, де єдиний диспетчер керує поданням роботи та оновленням стану виконання; або ієрархічний, де кілька диспетчерів організовані в топології на основі дерева; або розподілений, де кожен обчислювальний вузол підтримує власну структуру виконання завдань.

Condor [3] був реалізований для використання невикористаних циклів процесора на робочих станціях для тривалих пакетних робіт. Slurm [2] - це менеджер ресурсів, призначений для кластерів Linux усіх розмірів. Він надає користувачам ексклюзивний та/або невиключний доступ до ресурсів протягом певного періоду часу, щоб вони могли виконувати роботу, і забезпечує основу для початку, виконання та моніторинг роботи над набором виділених вузлів. Портативна пакетна система (PBS) [5] була спочатку розроблена для задоволення потреб HPC. Вона може керувати пакетними та взаємоактивними робочими місцями, а також додавати можливість сигналізації, повторного запуску та зміни завдань. LSF Batch [19] - це компонент розподілу навантаження та черги пакетів у наборі інструментів управління навантаженням.

Висновки та майбутня робота. Широкомасштабні розподілені системи вимагають ефективною системи планування завдань для досягнення високої пропускної здатності та використання системи. Важливо, щоб система планування забезпечувала високу пропускну здатність та низьку затримку на більших масштабах та додавала мінімальну накладну витрату до робочого процесу. FlexQueue - це розподілена програма виконання завдань, що підтримує хмару,

яка працює в хмарі Amazon AWS. Це унікальна система з точки зору виконання робочих навантажень HPC та MTC у загальнодоступному хмарному середовищі. Використання служби SQS дає FlexQueue перевагу масштабованості. Оцінка FlexQueue доводить, що вона є дуже масштабованою та забезпечує стабільну продуктивність у різних масштабах. Ми протестували нашу систему до 1024 екземплярів. FlexQueue зміг перевершити інші системи, такі як Spargow та MATRIX, у масштабах 128 екземплярів або більше з точки зору пропускної здатності. FlexQueue досягає ефективності до 87%, виконуючи однорідні та неоднорідні дрібнозернисті завдання на секунду. У порівнянні з іншими системами, такими як Spargow, він забезпечує меншу ефективність на менших масштабах. Але у більших масштабах він досягає значно вищої ефективності.

Існує багато напрямків для подальшої роботи. Один із напрямків - зробити систему повністю незалежною та протестувати її на різних державних та приватних хмарах. Ми збираємось впровадити послугу, подібну до SQS, з високою пропускною здатністю на більших масштабах доступу. За допомогою інших систем, таких як розподілена хеш-таблиця ZHT [32], ми зможемо реалізувати таку послугу. Іншим майбутнім напрямком цієї роботи є впровадження більш тісно пов'язаної версії FlexQueue і тестування її на суперкомп'ютерах та середовищах HPC під час запуску завдань HPC розподіленим способом та порівняння безпосередньо з Slurm та Slurm++ в тому ж середовищі.

ЛІТЕРАТУРА

1. P. Kogge, et. al., "Exascale computing study: Technology challenges in achieving exascale systems," 2008.
2. M. A. Jette et. al., "Slurm: Simple linux utility for resource management". In *Lecture Notes in Computer Science: Proceedings of Job Scheduling Strategies for Parallel Processing (JSSPP) 2003* (2002), Springer-Verlag, pp. 44-60.
3. D. Thain, T. Tannenbaum, M. Livny, "Distributed Computing in Practice: *The Condor Experience*" *Concurrency and Computation: Practice and Experience* 17 (2-4), pp. 323-356, 2005.
4. J. Frey, T. Tannenbaum, I. Foster, M. Frey, S. Tuecke. "Condor-G: A Computation Management Agent for Multi-Institutional Grids," *Cluster Computing*, 2002.
5. B. Bode et. al. "The Portable Batch Scheduler and the Maui Scheduler on Linux Clusters," *Usenix, 4th Annual Linux Showcase & Conference*, 2000.
6. W. Gentsch, et. al. "Sun Grid Engine: Towards Creating a Compute Power Grid," *1st International Symposium on Cluster Computing and the Grid (CCGRID'01)*, 2001.
7. C. Dumitrescu, I. Raicu, I. Foster. "Experiences in Running Workloads over Grid3", *The 4th International Conference on Grid and Cooperative Computing (GCC 2005)*, 2005.
8. I. Raicu, et. al. "Toward Loosely Coupled Programming on Petascale Systems," *IEEE/ACM Super Computing Conference (SC'08)*, 2008.
9. I. Raicu, et. al. "Falcon: A Fast and Light-weight task execution Framework," *IEEE/ACM SC 2007*.
10. S. Melnik, A. Gubarev, J. J. Long, G. Romer, S. Shivakumar, M. Tolton, and T. Vassilakis. "Dremel: Interactive Analysis of Web-Scale Datasets. Proc." *VLDB Endow.*, 2010.
11. L. Ramakrishnan, et. al. "Evaluating Interconnect and virtualization performance for high performance computing", *ACM Performance Evaluation Review*, 40(2), 2012.
12. P. Mehrotra, et. al. "Performance evaluation of Amazon EC2 for NASA HPC applications". In *Proceedings of the 3rd workshop on Scientific Cloud Computing (ScienceCloud '12)*. ACM, NY, USA, pp. 41-50, 2012.
13. Q. He, S. Zhou, B. Kobler, D. Duffy, and T. McGlynn. "Case study for running HPC applications in public clouds," In *Proc. of ACM Symposium on High Performance Distributed Computing*, 2010.
14. G. Wang and T. S. Eugene. "The Impact of Virtualization on Network Performance of Amazon EC2 Data Center". In *IEEE INFOCOM*, 2010.
15. I. Raicu, Y. Zhao, I. Foster, "Many-Task Computing for Grids and Supercomputers," *1st IEEE Workshop on Many-Task Computing on Grids and Supercomputers (MTAGS) 2008*.
16. I. Raicu. "Many-Task Computing: Bridging the Gap between High Throughput Computing and High Performance Computing", Computer Science Dept., University of Chicago, Doctorate Dissertation, March 2009
17. Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2), Amazon Web Services, [online] 2013, <http://aws.amazon.com/ec2/>
18. Amazon SQS, [online] 2013, Retrieved from <http://aws.amazon.com/sqs/>
19. LSF: <http://platform.com/Products/TheLSFSuite/Batch>, 2012.
20. L. V. Kal'e et. al. "Comparing the performance of two dynamic load distribution methods," In *Proceedings of the 1988 International Conference on Parallel Processing*, pages 8-11, August 1988.
21. W. W. Shu and L. V. Kal'e, "A dynamic load balancing strategy for the Chare Kernel system," In *Proceedings of Supercomputing '89*, pages 389-398, November 1989.
22. A. Sinha and L.V. Kal'e, "A load balancing strategy for prioritized execution of tasks," In *International Parallel Processing Symposium*, pages 230-237, April 1993.

23. M.H. Willebeek-LeMair, A.P. Reeves, "Strategies for dynamic load balancing on highly parallel computers," *In IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, volume 4, September 1993.
24. G. Zhang, et. al, "Hierarchical Load Balancing for Charm++ Applications on Large Supercomputers," *In Proceedings of the 2010 39th International Conference on Parallel Processing Workshops, ICPPW 10*, pages 436-444, Washington, DC, USA, 2010.
25. K. Ousterhout, P. Wendell, M. Zaharia, and I. Stoica. "Sparrow: distributed, low latency scheduling". In *Proceedings of the TwentyFourth ACM Symposium on Operating Systems Principles (SOSP '13)*. ACM, New York, NY, USA, 69-84.
26. M. Schwarzkopf, A Konwinski, M. Abd-el-malek, and J. Wilkes, Omega: Flexible, scalable schedulers for large compute clusters. *In Proc. EuroSys (2013)*.
27. Frigo, et. al, "The implementation of the Cilk-5 multithreaded language," *In Proc. Conf. on Prog. Language Design and Implementation (PLDI)*, pages 212–223. ACM SIGPLAN, 1998.
28. R. D. Blumofe, et. al. "Scheduling multithreaded computations by work stealing," *In Proc. 35th FOCS*, pages 356–368, Nov. 1994.
29. V. Kumar, et. al. "Scalable load balancing techniques for parallel computers," *J. Parallel Distrib. Comput.*, 22(1):60–79, 1994.
30. J. Dinan et. al. "Scalable work stealing," *In Proceedings of the Conference on High Performance Computing Networking, Storage and Analysis*, 2009.
31. A. Rajendran, Ioan Raicu. "MATRIX: Many-Task Computing Execution Fabric for Extreme Scales", Department of Computer Science, Illinois Institute of Technology, MS Thesis, 2013.
32. T. Li, et al., "ZHT: A light-weight reliable persistent dynamic scalable zero-hop distributed hash table," *in IEEE International Parallel & Distributed Processing Symposium (IPDPS '13)*, 2013.
33. Amazon DynamoDB (beta), Amazon Web Services, [online] 2013, <http://aws.amazon.com/dynamodb>
34. P. Mell and T. Grance. "NIST definition of cloud computing." National Institute of Standards and Technology. October 7, 2009.
35. M. Zaharia, M. Chowdhury, M. J. Franklin, S. Shenker, and I. Stoica, "Spark: Cluster Computing with Working Sets," *in Proceedings of the 2nd USENIX Conference on Hot topics in Cloud Computing*, Boston, MA, June 2010.
36. P. Mehrotra, et al. 2012. "Performance evaluation of Amazon EC2 for NASA HPC applications" In (ScienceCloud '12). ACM, New York, NY, pp. 41-50.
37. I. Sadooghi, et al. "Understanding the cost of cloud computing". Illinois Institute of Technology, Technical report. 2013.
38. I. Raicu, et al. "The Quest for Scalable Support of Data Intensive Workloads in Distributed Systems," *ACM HPDC 2009*.
39. I. Raicu, et al. "Middleware Support for Many-Task Computing", *Cluster Computing, The Journal of Networks, Software Tools and Applications*, 2010.
40. Y. Zhao, et al. "Realizing Fast, Scalable and Reliable Scientific Computations in Grid Environments", book chapter in *Grid Computing Research Progress*, Nova Publisher 2008.
41. I. Raicu, et al. "Towards Data Intensive Many-Task Computing", book chapter in "Data Intensive Distributed Computing: Challenges and Solutions for Large-Scale Information Management", IGI Global Publishers, 2009.
42. Y. Zhao, et al. "Opportunities and Challenges in Running Scientific Workflows on the Cloud", *IEEE CyberC 2011*.
43. M. Wilde, et al. "Extreme-scale scripting: Opportunities for large task-parallel applications on petascale computers", *SciDAC 2009*.

ABOUT FEATURES OF MUTATION APPLICATION IN A MODIFIED OPERATOR GENETIC ALGORITHM

Leonid Oliinyk, Candidate of Sciences, Ph.D in Physical and Mathematical Sciences, Dniprovsk State Technical University, Kamyanske, Ukraine,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-4392-0048>

Stanislav Bazhan, PHD student, Dniprovsk State Technical University, Kamyanske, Ukraine,

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2228-9389>

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos/30122020/7324

ARTICLE INFO

Received: 05 November 2020

Accepted: 18 December 2020

Published: 30 December 2020

KEYWORDS

Genetic algorithm, mutation, matrices, crossover operators, mathematical modeling.

ABSTRACT

Genetic algorithm is a method of optimization based on the concepts of natural selection and genetics. Genetic algorithms are used in software development, in artificial intelligence systems, a wide range of optimization problems and in other fields of knowledge.

One of the important issues in the theory of genetic algorithms and their modified versions is the search for the best balance between performance and accuracy. The most difficult in this sense are problems where the fitness function in the search field has many local extremes and one global or several global extremes that coincide.

The effectiveness of the genetic algorithm depends on various factors, such as the successful creation of the primary population. Also in the theory of genetic algorithms, recombination methods play an important role to obtain a better population of offspring. The aim of this work is to study some types of mutations using a modified genetic algorithm to find the minimum function of one variable.

The article presents the results of research and analysis of the impact of some mutation procedures. Namely, the effect of mutation on the speed of achieving the solution of the problem of finding the global extremum of a function of one variable. For which a modified genetic algorithm is used, where the operators of the "generalized crossover" are stochastic matrices.

Citation: Leonid Oliinyk, Stanislav Bazhan. (2020) About Features of Mutation Application in a Modified Operator Genetic Algorithm. *International Academy Journal Web of Scholar*. 8(50). doi: 10.31435/rsglobal_wos/30122020/7324

Copyright: © 2020 Leonid Oliinyk, Stanislav Bazhan. This is an open-access article distributed under the terms of the **Creative Commons Attribution License (CC BY)**. The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) or licensor are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

Вступ. Генетичні алгоритми виникли в результаті спостереження і спроб копіювання природних процесів, що відбуваються в світі живих організмів, зокрема, еволюції та пов'язаної з нею селекції (природного відбору) популяцій живих організмів. Генетичні алгоритми застосовуються при розробці програмного забезпечення, в системах штучного інтелекту, великого кола задач оптимізації та в інших галузях знань. У генетичних алгоритмах є різні переваги, які зробили їх досить популярними. Тому є актуальним дослідження теоретичних основ алгоритмів даного класу та аналіз їх застосувань.

Постановка проблеми.

Одним з важливих питань в теорії генетичних алгоритмів та їх модифікованих версій є пошук найкращого балансу між продуктивністю і точністю. Найбільш складними в цьому сенсі є задачі, де фітнес-функція в області пошуку має багато локальних екстремумів і один глобальний або декілька глобальних екстремумів, що співпадають.

Для запобігання появі «хибної екстремальної точки» важливу роль відіграє процедура мутації.

В роботі представлено результати дослідження та аналізу впливу деяких процедур мутації на швидкість досягнення розв'язку задачі пошуку глобального екстремуму функції однієї змінної при застосуванні модифікованого генетичного алгоритму, де операторами «узагальненого кросоверу» та «узагальненої мутації» є стохастичні матриці.

Модифікований генетичний алгоритм реалізовано у програмному модулі на мові C#, що дає змогу дослідити ефективність роботи запропонованого алгоритму на класі відомих тестових функцій, які використовуються при оцінці ефективності генетичних алгоритмів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Чи не головним питанням дослідження генетичних алгоритмів стало розуміння взаємної компліментарності тріади генетичних операторів «кросовер - мутація - інверсія». Такого висновку прийшов в 1997 Вороновский Г.К. [1]. Це питання актуальне і зараз, оскільки прогрес в розвитку генетичних алгоритмах не зупинився.

Мутація - генетична зміна, що приводить до якісно нового прояву основних властивостей генетичного матеріалу. Даний оператор необхідний для «вибивання» популяції з локального екстремуму і перешкодження передчасної збіжності. Запобігання передчасної збіжності досягається за рахунок того, що змінюється випадково обраний ген у хромосомі [2].

Існує багато схем класифікації мутацій, їх можна розділити:

- 1) за способом виникнення: спонтанні мутації, індуковані мутації.
- 2) по адаптивному значенням виділяють мутації: позитивні, негативні, нейтральні;
- 3) зі зміни генотипу мутації бувають: генні (точкові), хромосомні, геномні;
- 4) по локалізації в клітині: ядерні, цитоплазматичні.

Таку класифікацію наводять Гладков та Курейчик [3].

Мета дослідження.

Ефективність генетичного алгоритму залежить від різних факторів, наприклад від вдалого створення первинної популяції. Також в теорії генетичних алгоритмів важливу роль відіграють методи рекомбінації для отримання кращої популяції нащадків. Метою даної роботи є дослідження деяких видів мутацій при застосуванні модифікованого генетичного алгоритму для знаходження мінімуму функції однієї змінної.

Опис.

В роботі [4] було запропоновано модифікований генетичний алгоритм пошуку глобального екстремуму. На основі матричного кросоверу побудовано і обґрунтовано збіжність послідовності наближених розв'язків задачі пошуку глобального екстремуму функції в заданій області пошуку.

В даній роботі пропонується модифікація мутації, яка базується на застосуванні стохастичних матриць вигляду $\begin{pmatrix} \frac{1}{2} + \alpha & \frac{1}{2} - \alpha \\ \frac{1}{2} - \beta & \frac{1}{2} + \beta \end{pmatrix}$. Ця матриця є узагальненим оператором

кросоверу при $\alpha, \beta < 0,5$ та оператором мутації при $\alpha, \beta > 0,5$. Необхідно відмітити, що при $\alpha, \beta > 0,5$, оператор, породжуваний вищенаведеною матрицею, є оператором розтягування відрізка з коефіцієнтом $\alpha + \beta$. У такому випадку цей оператор виконує дію подібну до мутації. Кінцеві точки розтягнутого відрізка являють собою нову батьківську пару хромосом, яку враховуємо при визначенні області пошуку на наступному ітераційному кроці роботи алгоритму. Оператори розтягування використовуються не на кожному кроці роботи алгоритму пошуку екстремуму. Ітераційний процес при цьому є збіжним, що забезпечується побудовою послідовності вкладених відрізків. Пару $\alpha, \beta > 0,5$ можна вважати параметрами керування процедурою мутації. Іншими словами, зміна цих величин призводить до різних варіантів покриття області пошуку, серед яких можна виділити оптимальний в сенсі найменшої кількості ітерацій, необхідних для досягнення заданої точності. Ефективність цієї процедури підтверджено при дослідженні відомих тестових функцій.

Аналіз отриманих результатів роботи програми.

За допомогою програми розробленої на алгоритмічній мові C# у програмному додатку Visual Studio було проведено порівняння ефективності роботи модифікованого генетичного алгоритму без застосування операторів мутації та із їх застосуванням.

Програмний модуль призначений для знаходження екстремумів функцій однієї змінної і дозволяє дослідити етапи роботи алгоритму з певним рівнем ілюстрації ітераційних кроків.

В даній програмі можна обрати одну з запропонованих функцій та виконати її дослідження [5].

Початкові дані для кожного пошуку екстремуму однакові, як з використанням мутації так і без.

1. Дослідження виконувалось для функції, яка має вигляд:

$$F(x) = -\left(\frac{1}{(x-0.3)^2 + 0.01} + \frac{1}{(x-0.9)^2 + 0.04} + 6\right)$$

Відомо, що для цієї функції глобальні екстремум знаходиться у точці $x = 0,3$ $F(x) = -96,5$, крім того, функція має локальний екстремум, (Рис. 1).

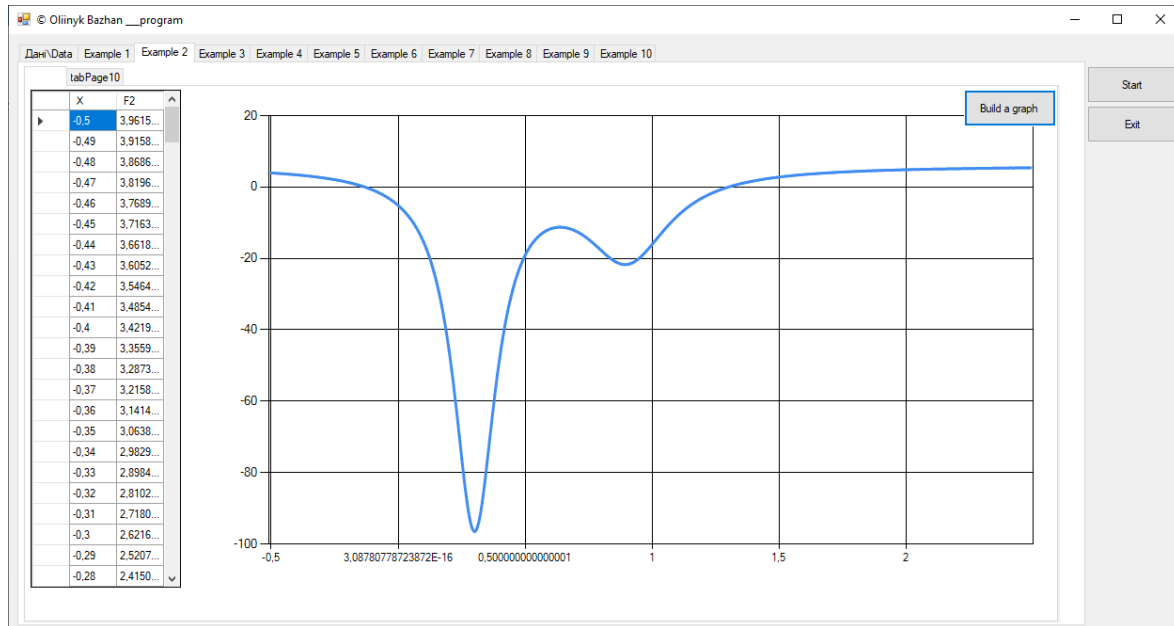


Рис.1 Графік функції, яка була обрана для дослідження відображений в розробленому програмному додатку.

В результаті проведених 30 випробувань отримано наступне: найкращий результат роботи програми без використання операторів мутації становить $x = 0,299963954180099$ значення фітнес-функції $F(x) = -96,4997166844533$. Точність порівняння з еталонним значенням становить 99,98798%. Середнє значення різниці відхилення отриманої вибірки точок екстремумів становить 0,0002292131. Розсіювання значень результатів складає 0,0000000219402. Це означає, що алгоритм не зачіпає локальний мінімум. Стандартна помилка для вибірки складає 0,0000468404, а стандарте відхилення відповідно 0,000148122. Середня кількість ітерацій складає 833 проходів.[6]

Аналогічно виконано пошук глобального екстремуму з використанням операторів мутації. Найкращий результат роботи програми складає $x = 0,300171750690756$ значення фітнес функції $F(x) = -96,5009936275525$. Середнє значення вибірки результатів складає 0,30126147, а середнє значення різниці відхилення дорівнює 0,00126147. Розсіювання значень результатів складає 0,00000379111, стандартна помилка для вибірки складає 0,00061572, стандарте відхилення відповідно 0,001947076. Середня кількість ітерацій складає 110. Результати експериментів зведені в порівняльні таблиці 1 та 2.

Таблиця 1. Таблиця порівняння результатів роботи програми.

Функція $F(x) = -\left(\frac{1}{(x-0.3)^2+0.01} + \frac{1}{(x-0.9)^2+0.04} + 6\right)$						
№ спроби	Глобальний екстремум: $x = 0,3$ $F(x) = -96,5$					
	Без мутації			З мутацією		
	x	F(x)	Кількість ітерація	x	F(x)	Кількість ітерація
1	0,3003171635	-96,50137445	122	0,3003221989	-96,50138007	73
2	0,3003536942	-96,50140376	55	0,3003425267	-96,50139763	42
3	0,3003178752	-96,50137527	110	0,3003341696	-96,50139141	86
4	0,2999639542	-96,49971668	2906	0,3008685071	-96,49898360	53
5	0,2999731936	-96,49979178	3378	0,3037081129	-96,39072362	109
6	0,3002711783	-96,50129966	417	0,3002774040	-96,50131226	257
7	0,3001626196	-96,50095563	844	0,3059037134	-96,19752271	167
8	0,3003424815	-96,50139760	66	0,3003448140	-96,50139909	50
9	0,3003322966	-96,50138982	82	0,3003414995	-96,50139694	61
10	0,3002576740	-96,50126968	347	0,3001717507	-96,50099369	199

Таблиця 2. Порівняння статистичних характеристик

		Без мутації	З мутацією
Найкращий результат роботи алгоритму	x	0,299963954180099	0,300171750690756
	F(x)	-96,4997166844533	-96,5009936275525
Точність результату		0,000036045819901	-0,00017175069076
		99,98798%	99,94275%
min кількість ітерацій		55	42
max кількість ітерацій		3378	257
∑ кількість ітерацій		8327	1097
Середня кількість ітерацій		833	110
Середнє значення різниці відхилення		0,0002292131	0,00126147
Середнє значення вибірки		0,300229213	0,30126147
Дисперсія		0.0000000219402	0.00000379111
Стандартна помилка		0.0000468404	0,00061572
Стандарте відхилення		0,000148122	0,001947076

2. Також було проведено аналогічне дослідження для функції

$$F(x) = 3 \left(x^2 + \frac{5,283144387x - 2,291009347}{-6,779211907} - 11 \right)^2 + \left(x + \left(\frac{5,28144387x - 2,291009347}{-6,779211907} \right)^2 - 7 \right)^2, \quad -5 \leq x \leq 5$$

Особливість функції полягає в тому, що вона має два однакових глобальних мінімуми, при $x = -3,7778$, $F(x) = 0$ та $x = 3$, $F(x) = 0$. Функція зображена на Рис.2.

Для знаходження екстремумів було виконано 100 випробувань. Найкращий результат для цієї функції без використання мутації становить $x = 2,999949474514$, $F(x) = 0.000000395245$ та $x = -3,779373812$ $F(x) = 0.00000071193602$, а з мутацією відповідно $x = 2,99994947451$, $F(x) = 0.0000003952459$ та $x = -3,77925970772539$ $F(x) = 0.00000042845529$, Середня кількість ітерацій для алгоритму становить 436 та 323 ітерацій відповідно. Слід відмітити, що серед 30 пошуків точок екстремумі, мінімуми були знайдені в відношенні 60/40%. Тобто 17 разів був знайдений мінімум в точці $x = 3$ та 13 разів був знайдений в точці $x = -3,7778$. При збільшенні кількості пошуків, відношення прямує до 50/50. Статистичні дані було обраховано окремо для двох мінімумів без мутації та з мутацією. Аналогічно всі данні були зведені до таблиць 3 та 4.

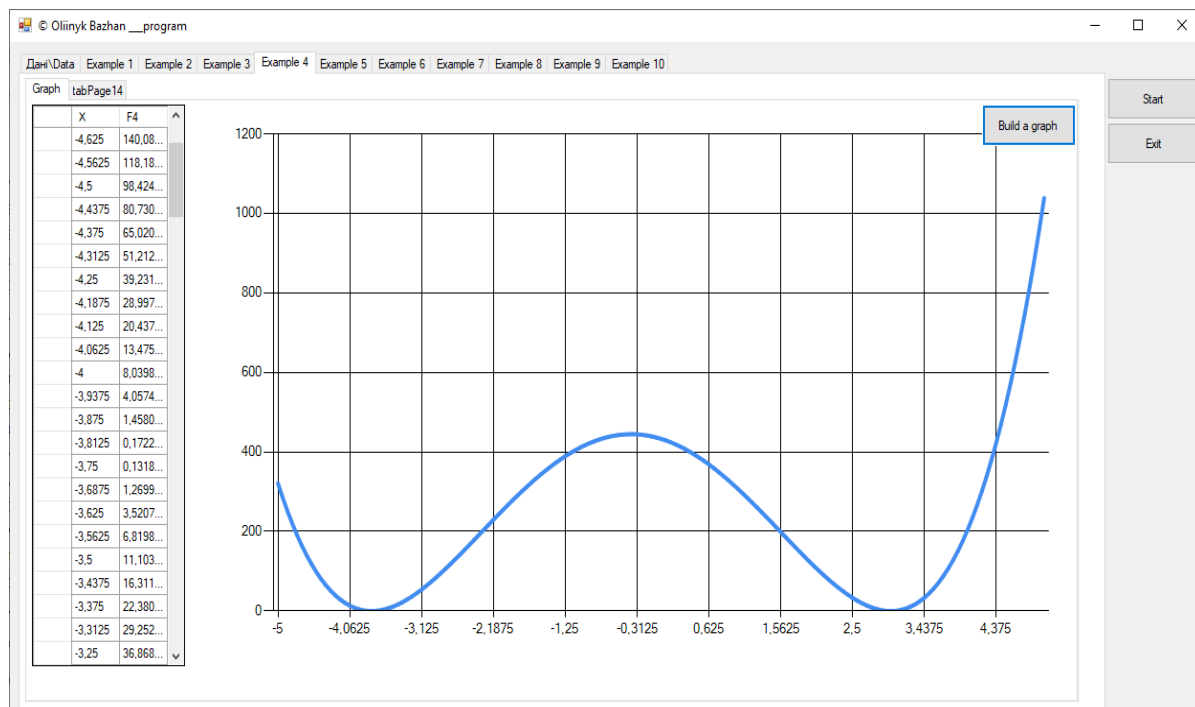


Рис. 2 Функція з двома глобальними мінімумами

Таблиця 3. Таблиця порівняння деяких результатів для другої функції.

Функція						
$F(x, y) = 3 \left(x^2 + \frac{5,283144387x - 2,291009347}{-6,779211907} - 11 \right)^2 + \left(x + \left(\frac{5,28144387x - 2,291009347}{-6,779211907} \right)^2 - 7 \right)^2$						
№ спроби	Глобальний екстремум: $x = -3,7778, F(x) = 0$ та $x = 3, F(x) = 0$					
	Без мутації			З мутацією		
	x	F(x)	Кількість ітерація	x	F(x)	Кількість ітерація
3	2,9998101	0,00000558190851	101	2,99981012093	0,00000558190	101
4	2,9999073	0,00000133031413	73	2,99990730493	0,00000133031	73
5	-3,7797006	0,00002384450725	449	-3,77944585399	0,000002967311	235
11	3,00029514	0,0000134887686	344	2,999548714969	0,00003152803	353
12	-3,7777615	0,0003705011867	1987	-3,77945208652	0,000003237971	1364
19	-3,7792295	0,0000010260140	51	-3,77939399451	0,000001181705	51
20	3,00007756	0,0000009315881	73	2,999891266230	0,000001830491	73
24	-3,7793738	0,0000007119360	54	-3,77937381239	0,00000071193	54
25	2,9999494	0,0000003952459	52	2,99994947451	0,000000395245	52
27	-3,7797443	0,0000294442639	532	-3,77937767431	0,000000792069	349
29	3,0013911	0,0002997562037	3906	3,000626757004	0,00006083192	1251

Таблиця 4. Порівняння статистичних характеристик функції

		Без мутації	З мутацією
Найкращий результат роботи алгоритму	x_1	2,999949474514	2,99994947451
	$F(x_1)$	0.000000395245	0.0000003952459
	x_2	-3,779373812	-3,779259707725
	$F(x_2)$	0.00000071193	0.00000042845529
min кількість ітерацій		51	51
max кількість ітерацій		3906	1364
\sum кількість ітерацій		13094	9693
Середня кількість ітерацій		436	323
Середнє значення різниці відхилення	x_1	0,008905888	0,009302444
	x_2	0,000331697112078	0,000242414679210
Середнє значення вибірки	x_1	-3,778951502	-3,779151891
	x_2	3,000287382	3,00024699
Середнє значення функції	$F(x_1)$	0,000055155916	0,000016472
	$F(x_2)$	0,000033113	0,000005429
Стандартна помилка		0,0000956311	0,0000415954
Стандартне відхилення		0,000364482	0,000163003

Порівнюючи ці дані для обох функцій слід відмітити, що кількість ітерацій при використанні операторів мутації може залишатись такою як і без мутації. Це означає, процес пошуку екстремальних точок відбувається достатньо рівномірно. В деяких випадках кількість ітерацій змінюється, а саме зменшуються, наприклад 3906 - ітерацій без мутації, та 1364 - ітерацій з мутацією при однакових початкових даних. Це означає, що для певного класу функцій алгоритм не потребує використання операторів мутації, на відміну від відомої функції Растрігіна ([4]), для якої є велика вірогідність потрапити в локальний екстремум. Для досліджуваної функції область пошуку рівномірно стискається навколо екстремальної точки, що видно на графіку спроб пошуку екстремуму (Рис.3).

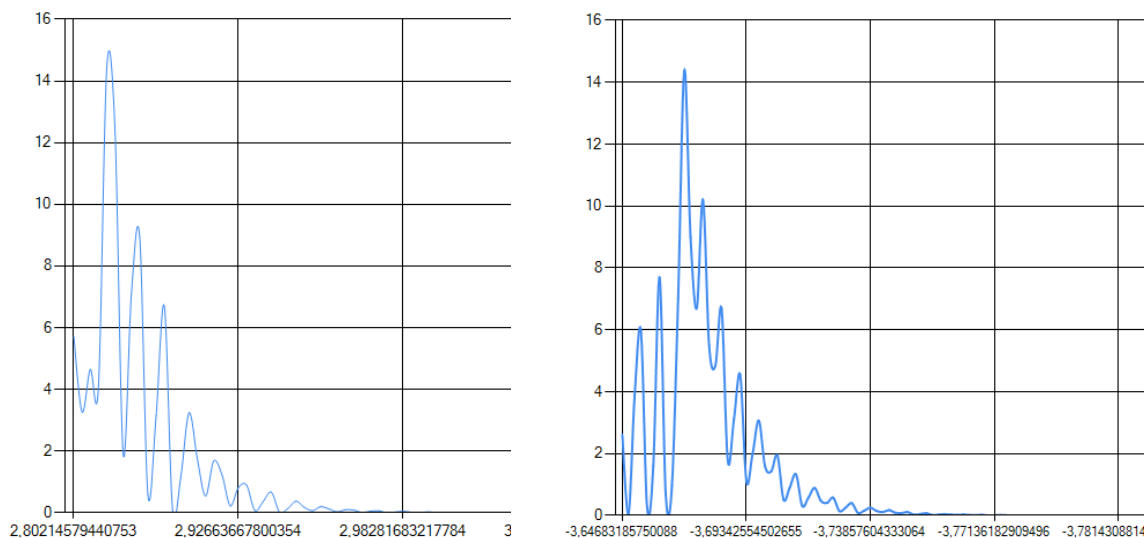


Рис. 3 Графіки пошуку екстремумів

Висновки. Використання операторів мутації, що наведений у даній роботі, дозволяє виконати деякі висновки, що в залежності від виду функції мутація може як прискорити процес знаходження, так не впливати на процес пошуку. Також процедура мутації дозволяє уникнути попадання в хибний екстремум, за рахунок того, що оператор мутації регулярно перевіряє наявність кращих розв'язків на відрізку. Також слід відмітити, що способи мутацій, які розглядалися та аналізувалися дають ефект прискорення роботи алгоритму і з високим рівнем вірогідності забезпечують знаходження глобального екстремуму. Особливості використання

кожної із процедур мутації призводять до гнучкої роботи генетичних алгоритмів. Процедуру мутації можна організувати як комбінацію наведених способів, що також підвищує ефективність алгоритму. Як і було зазначено оператори мутації дають ефект прискорення роботи алгоритму і забезпечують швидше знаходження глобального екстремуму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вороновский Г.К., и др., Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности / Г. К. Вороновский, К. В. Махотило, С. Н. Петрашев, С. А. Сергеев. - Х.: ОСНОВА, 1997.- 112 с. ISBN 5-776-029-8. [Voronovsky G.K., Makhotilo K.V., Petrashev S.N., Sergeev S.A. Genetic algorithms, artificial neural networks and virtual reality problems]
2. Панченко Т. В. Генетические алгоритмы: учебно-методическое пособие / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. - Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007.- 87с. [Panchenko T.V. Genetic algorithms]
3. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы / Под ред. В.М. Курейчика. - 2-е изд., исправл. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 368 с. - ISBN 978-5-9221-0510-1. [Gladkov L.A., Kureychik V.V., Kureychik V.M., Genetic algorithms]
4. Олійник Л.О., Бажан С.М. Алгоритм пошуку екстремумів функції однієї змінної с.44-50// Математичне моделювання: Науковий журнал. - Кам'янське: ДДТУ.2019.- №1(40). - 210с [Oliyunk L.O., Vazhan S.M., Algorithm for finding the extrema of a function of one variable]
5. Олійник Л.О. Бажан С.М. «Застосування алгебраїчної модифікації генетичного алгоритму в задачах визначення глобального екстремуму функцій однієї змінної» с. 52-53, Матеріали конференції INTERNATIONAL CONFERENCE Mathematical Problems of Technical Mechanics and Applied Mathematics - 2019 [Oliyunk L.O. Vazhan S.M. Application of algebraic modification of genetic algorithm in problems of determining the global extremum of functions of one variable]
6. Олійник Л.О., Бажан С.М. «Про деякі способи рекомбінації у генетичному алгоритмі в процесі пошуку екстремумів функції однієї змінної», 194-195с., Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем: Тези доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції МПЗІС-2019, Дніпро, 20-22 листопада 2019р./ Під загальною редакцією О.М. Кісельової – Дніпро: ДНУ, 2019. – 308с.

INTERNATIONAL ACADEMY JOURNAL Web of Scholar

ISSN 2518-167X

8(50), December 2020

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_wos

MULTIDISCIPLINARY SCIENTIFIC EDITION

Indexed by:



Passed for printing 25.12.2020. Appearance 30.12.2020.

Typeface Times New Roman.

Circulation 300 copies.

RS Global Sp. z O.O., Warsaw, Poland, 2020

Numer KRS: 0000672864

REGON: 367026200

NIP: 5213776394

<https://rsglobal.pl/>