

DOI: 10.15514/ISPRAS-2019-31(2)-0

Editorial: Special Issue on «Advanced Computing: from Theory to Practice»

^{1,2,3} A.N. Tchernykh, ORCID: 0000-0001-5029-5212 <tchernykh@cicese.mx>⁴ A. Hadjali, ORCID: 0000-0002-4452-1647 <ahadjali@ensma.fr>¹ Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada
Carretera Ensenada-Tijuana No.3918 Zona Playitas, Ensenada, Baja California, 22860, México² Ivannikov Institute for System Programming of the Russian Academy of Sciences,
25, Alexander Solzhenitsyn st., Moscow, 109004, Russia³ South Ural State University,

Chelyabinsk, 76 Lenina St., Chelyabinsk, 454080, Russ

⁴ LIAS/ENSMA, The Laboratory of Computer Science and Automatic Control for Systems,
Université de Poitiers, Poitiers, France

Abstract. This special issue contains selected papers that had been submitted to Proceedings of the Institute for System Programming of the Russian Academy of Sciences. Thirteen submissions from nine countries (England, Mexico, China, Uruguay, Spain, Pakistan, Cuba, Dominican Republic, and Russia) cover several important topics in rapidly expanding area of research and development related with Advanced Computing. Authors show a spectrum of approaches to solve complex problems such as: data-oriented scheduling, scientific workflows, cloud computing, evolutionary algorithms, content distribution networks, soft computing, parallel programming model for multicore machines, high performance computing, data mining, software birth-marking, anomaly detection, swarm robotics, neural networks, machine learning, security, secret-sharing schemes, heterogeneous distributed computing, and Internet of Things.

Keywords: data-oriented scheduling; scientific workflows; cloud computing; evolutionary algorithms; content distribution networks; soft computing; parallel programming model for multicore machines; high performance computing; data mining; software birth-marking; anomaly detection; swarm robotics; neural networks; machine learning; security; secret-sharing schemes; heterogeneous distributed computing; Internet of Things.

For citation: Tchernykh A.N., Hadjali A. Editorial: Special Issue on «Advanced Computing: from Theory to Practice». Trudy ISP RAN/Proc. ISP RAS, vol. 31, issue 2, 2019, pp. 7-14 (in English and Russian). DOI: 10.15514/ISPRAS-2019-31(2)-0

This special issue contains selected papers that had been submitted to Proceedings of the Institute for System Programming of the Russian Academy of Sciences. Thirteen submissions from nine countries (England, Mexico, China, Uruguay, Spain, Pakistan, Cuba, Dominican Republic, and Russia) cover several important topics in rapidly expanding area of research and development related with Advanced Computing.

Authors show a spectrum of approaches to solve complex problems such as: data-oriented scheduling, scientific workflows, cloud computing, evolutionary algorithms, content distribution networks, soft computing, parallel programming model for multicore machines, high performance computing, data mining, software birth-marking, anomaly detection, swarm robotics, neural networks, machine learning, security, secret-sharing schemes, heterogeneous distributed computing, and Internet of Things.

The objective of this special issue is to publish and overview recent trends in the interdisciplinary areas of parallel and distributed computing, applications and technologies.

We hope that the set of selected papers provides the community with a better understanding of the current research areas, introducing new research, development, and deployment efforts in advance computing.

Papers in the first group deal with a broad spectrum of soft computing. The first paper entitled «Soft computing methods for design and optimization of cloud-based Content Distribution Networks» by Nesmachnow Cánovas S.E., Goñi Bofrisco G., Dorransoro Díaz B., and Tchernykh A.N. deals with the application of soft computing methods for solving the problem of designing and optimizing cloud-based content distribution networks. A multi-objective evolutionary approach is applied to solve the resource provisioning problem and a greedy heuristic method to address the online routing of contents. The optimization objectives are the minimization of VM, network and storage cost, and the maximization of the QoS for the end-user. The second paper entitled «Virtual Savant for the Knapsack Problem: learning for automatic resource allocation» by Massobrio R., Dorransoro Díaz B., and Nesmachnow Cánovas S.E. presents the application of a novel soft computing method Virtual Savant that uses machine learning techniques to compute solutions to a given optimization problem. It learns from a reference algorithm to generate a new program that can solve the same optimization problem in a massively parallel fashion. The proposed approach is evaluated to solve the Knapsack problem, which models different variants of resource allocation problems.

Papers in the second group deal with an advance of neural networks. The first paper entitled «Hybrid Model for Efficient Anomaly Detection in Short-timescale GWAC Light Curves and Similar Datasets» by Sun Y., Zhao Z., Ma X., and Du Z. studies the astronomy problem of a real-time search for short-timescale gravitational ML events from a huge number of light curves. For time series analysis and to meet the challenge of big data, the authors apply a hybrid model considering Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA), machine learning called Long-Short Term Memory Networks (LSTM), and neural networks. The paper entitled «The theoretical approach to the search for a global extremum in the training of neural networks Mitigating MAC Layer Performance Anomaly of Wi-Fi Networks through Adaptable Channelization» by Vershkov N.N., Kuchukov V.A., and Kuchukova N.N. deals with the training of artificial neural networks using the correlation index by the method based on a mathematical model of an artificial neural network represented as an information transmission system.

Networking problems are discussed in paper entitled «Mitigating MAC Layer Performance Anomaly of Wi-Fi Networks through Adaptable Channelization» by Hussain A., Safyan M., Ul Qayyum Z., Sarwar S., Iqbal M., Saqib N [5]. The authors propose mechanisms to mitigate the effect of MAC layer performance anomaly by using adaptable width channelization in WLANs.

Robotics vision and path planning in unknown terrain are discussed in the paper entitled «Wireless integration to optimize environmental recognition and calculate the trajectory of a group of robots» by Ivanov M.V., Sergiyenko O.Yu., Tyrsa V.V., Lindner L., Rodriguez-Quiñonez J.C., Flores-Fuentes W., Rivas-Lopez M., Hernández-Balbuena D., and Nieto Hipólito J.I. The authors study the influence of common knowledge sharing about surroundings on the robotic group navigation. They describe the structure of real-time laser technical vision system as the main environment-sensing tool for robots. Proposed the dynamic data-transferring network models the robotic swarm and group by using leader-changing system.

Efficient execution of large-scale scientific applications in cloud computing are discussed in three papers. The first paper entitled «Continuous integrating modules of distributed applied software packages in Orlando Tools» by Feoktistov A.G., Gorsky S.A., Sidorov I.A., Kostromin R.O., Fereferov E.S., and Bychkov I.V. proposes an integration of Grid and cloud computing and new approach of complex debugging, joint testing, and analysis of the execution time of software module versions in such a heterogeneous distributed computing environment. The authors combine the methodology for creating software packages with modern development practices based on continuous integration using knowledge about the specific problems. The second paper entitled «A semi-automatic approach for parallel problem solving using the Multi-BSP model» by Alaniz M.O.

and Nesmachnow Cánovas S.E. proposes parallel programming model for multicore machines that extends the classic Bulk Synchronous Parallel model. The authors introduce a semi-automatic approach for solving problems applying parallel algorithms using the Multi-BSP model and engine. They design algorithms by applying a recursive methodology over the hierarchical tree already built by the benchmark, focusing on three atomic functions based in a divide-and-conquer strategy. The third paper entitled «Data-Oriented scheduling with Dynamic-Clustering fault-tolerant technique for Scientific Workflows in Clouds» by Ahmad Z., Jehangiri A.I., Iftikhar M., Umer A.I., and Afzal I. discusses large scale scientific applications structured as scientific workflows. The authors consider task failures, deadline constraints, budget constraints, and improper management of tasks. They provide fault-tolerant techniques with data-oriented scheduling for execution of scientific workflows in cloud computing.

Application of the Internet of Things concept to the area of livestock farming is presented in the paper entitled «Internet of Things for evaluating foraging and feeding behavior of cattle on grassland-based farming systems: concepts and review of sensor technologies» by Garay Alvarez G.R., Bertot Valdés J.A., and Perez-Teruel K. The authors overview the movement, foraging and feeding ecology as well as sensors technologies that could be embedded into an IoT-based platform for Precision Livestock Farming (PLF). They classify existed techniques according to their applicability to ecological studies in the fields of foraging and feeding behavior and extend IoT to farm animals, i.e., real-time monitoring technologies aimed at managing the smallest manageable production unit's temporal variability.

Three papers in the last group deal with an advance of security. The first paper entitled «Secure and Reliable Data Transmission Over MANET Based On Principles of Computationally Secure Secret Sharing» by Chervyakov N.I., Deryabin M.A., Nazarov A.S., Babenko M.G., Kucherov N.N., Gladkov A.V., and Radchenko G.I. proposes a new approach to organizing data transfer through MANET based on node disjoint multipath routing and modular coding of data. The authors use a computationally secure secret sharing scheme based on the residue number system, which ensures the confidentiality of data and reliability of their transmission. The second paper entitled «Graphs Resemblance based Software Birthmarks through Data Mining for Piracy Control» by Sarwar S., Ul Qayyum Z., Safyan M., Iqbal M., and Mahmood Y. emphasizes the need for protecting intellectual property rights (IPR) hampered by software piracy requiring effective measures for software piracy control. The authors propose a novice birthmarking approach that is based on hybrid of text-mining and graph-mining techniques. The last paper entitled «Efficient Number Comparison in the Residue Number System based on Positional Characteristics» by Babenko M.G., Tchernykh A.N., Chervyakov N.I., Kuchukov V.A., Miranda-López V., Rivera-Rodriguez R., and Du Z. addresses homomorphic encryption that ensures the confidentiality of the stored information and performing calculations over encrypted data without preliminary decoding it. The authors propose a new efficient method to compute the positional characteristic in the positional number system to improve performance and resource consumption.

We believe that this special issue is a good representation of current issues in the context of advanced computing. As guest editors, we would like to thank the authors for their valuable contributions and the reviewers for their rigorous reviews and efforts. Special thanks to the Editor-in-Chief, Prof. A.I. Avetisyan, Corresponding member of RAS for offering us the opportunity to edit this special issue.

Предисловие к специальному выпуску «Продвинутые компьютерные методы: от теории к практике»

^{1,2,3} А.Н. Черных, ORCID: 0000-0001-5029-5212 <chernykh@cicese.mx>

⁴ А. Хаджали, ORCID: 0000-0002-4452-1647 <alle.hadjali@ensma.fr>

¹ Центр научных исследований и высшего образования,
Мексика, 22860, Нижняя Калифорния, Энсенада, ш. Тихуана-Энсенада, 3918

² Институт системного программирования РАН им. В.П. Иванникова,
109004, Россия, г. Москва, ул. А. Солженицына, д. 25.

³ Южно-Уральский государственный университет,
454080, Россия, г. Челябинск, ул. Ленина, 76

⁴ Лаборатория компьютерных наук и автоматического управления системами,
Университет Пуатье, Пуатье, Франция

Аннотация. В этом специальном выпуске содержатся избранные статьи, представленные в Труды Института системного программирования Российской академии наук. Тринадцать материалов из девяти стран (Англии, Мексики, Китая, Уругвая, Испании, Пакистана, Кубы, Доминиканской Республики и России) охватывают несколько важных тем в быстро расширяющейся области исследований и разработок, связанных с продвинутыми компьютерными методами. Авторы демонстрируют спектр подходов для решения сложных задач, таких как ориентированное на данные планирование, потоки научных работ, облачные вычисления, эволюционные алгоритмы, сети распространения контента, мягкие вычисления, модели параллельного программирования для многоядерных машин, высокопроизводительные вычисления, интеллектуальный анализ данных, защита авторских прав на программное обеспечение, обнаружение аномалий, групповая робототехника, нейронные сети, машинное обучение, безопасность, схемы разделения секрета, гетерогенные распределенные вычисления и Интернет вещей.

Ключевые слова: ориентированное на данные планирование; потоки научных работ; облачные вычисления; эволюционные алгоритмы; сети распространения контента; мягкие вычисления; модели параллельного программирования для многоядерных машин; высокопроизводительные вычисления; интеллектуальный анализ данных; защита авторских прав на программное обеспечение; обнаружение аномалий; групповая робототехника; нейронные сети; машинное обучение; безопасность; схемы разделения секрета; гетерогенные распределенные вычисления; Интернет вещей

Для цитирования: Черных А.Н., Хаджали А. Предисловие к специальному выпуску «Продвинутые компьютерные методы: от теории к практике». Труды ИСП РАН, том 31, вып. 2, 2019 г., стр. 7-14 (на английском и русском языках). DOI: 10.15514/ISPRAS-2019-31(2)-0

В этом специальном выпуске содержатся избранные статьи, представленные в Труды Института системного программирования Российской академии наук. Тринадцать материалов из девяти стран (Англии, Мексики, Китая, Уругвая, Испании, Пакистана, Кубы, Доминиканской Республики и России) охватывают несколько важных тем в быстро расширяющейся области исследований и разработок, связанных с продвинутыми компьютерными методами.

Авторы демонстрируют спектр подходов для решения сложных задач, таких как ориентированное на данные планирование, потоки научных работ, облачные вычисления, эволюционные алгоритмы, сети распространения контента, мягкие вычисления, модели параллельного программирования для многоядерных машин, высокопроизводительные вычисления, интеллектуальный анализ данных, защита авторских прав на программное обеспечение, обнаружение аномалий, групповая робототехника, нейронные сети, машинное

обучение, безопасность, схемы разделения секрета, гетерогенные распределенные вычисления и Интернет вещей.

Целью этого специального выпуска является краткое ознакомление читателей с последними тенденциями в междисциплинарных областях параллельных и распределенных вычислений, приложений и технологий.

Мы надеемся, что отобранные статьи помогут сообществу лучше понять текущие области исследований, познакомиться с новыми исследованиями, разработками и усилиями по внедрению продвинутых компьютерных методов.

Статьи первой группы затрагивают различные аспекты мягких вычислений. В первой статье под названием «Конструирование и оптимизация сетей распространения контента», авторами которой являются Итурриага Фабра С.Д., Несмачнов Кановас С.Е., Гони Бофриско Н., Дорронзоро Диаз Б. и Черных А.Н., рассматривается применение методов мягких вычислений для решения проблемы проектирования и оптимизации облачных сетей распространения контента. Многоцелевой эволюционный подход применяется для решения проблемы предоставления ресурсов, а жадный эвристический метод – для онлайн-маршрутизации контента. Цели оптимизации – минимизация виртуальных машин, стоимости сети и хранилища, а также максимизация качества обслуживания конечного пользователя. Вторая статья под названием «Виртуальный Эрудит для решения задачи о рюкзаке: обучение автоматическому распределению ресурсов», авторами которой являются Массобрио Р., Дорронзоро Диаз Б. и Несмачнов Кановас С.Е., представляет применение нового метода мягких вычислений «Виртуальный савант» (Virtual Savant), в котором используются методы машинного обучения для получения решения заданной задачи оптимизации. На основе эталонного алгоритма система учится генерировать новую программу, которая может решить ту же задачу оптимизации в массивно-параллельном режиме. Оценка предложенного подхода основывается на решении задачи о рюкзаке, которая моделирует различные варианты задач распределения ресурсов.

Статьи второй группы относятся к тематике нейронных сетей. В первой статье, озаглавленной «Гибридная модель для эффективного обнаружения аномалий в кратковременных последовательностях кривых блеска GWAC и аналогичных наборах данных», авторами Сан И., Жао З., Ма С. и Ду Чж. исследуется астрономическая проблема поиска в реальном времени кратковременных гравитационных ML-событий в огромном количестве кривых блеска. Для анализа временных рядов и решения проблемы больших данных авторы применяют гибридную модель, сочетающую черты метода авторегрессионной интегрированной скользящей средней (ARIMA), метода машинного обучения на основе сети с долгой краткосрочной памятью (LSTM) и методов нейронных сетей. В статье под названием «Теоретический подход к поиску глобального экстремума при обучении нейронных сетей» Вершкова Н.А., Кучукова В.А., Кучуковой Н.Н. рассматривается обучение искусственных нейронных сетей с использованием индекса корреляции на основе метода, основанного на математической модели искусственной нейронной сети, которая представляется в виде системы передачи информации.

Сетевые проблемы обсуждаются в статье «Сглаживание аномалий производительности сетей Wi-Fi на уровне MAC путем адаптивного выделения каналов» Хуссейна А., Сафьяна М., Сарвара С., Уль Кайума З., Икбала М. и Сакиба Н.А.. Авторы предлагают механизмы для сглаживания влияния аномалий производительности уровня MAC с использованием адаптивного выделения каналов в беспроводных локальных сетях.

Машинное зрение в робототехнике и планирование маршрутов роботов в неизвестной местности обсуждаются в статье «Интеграция беспроводной связи для оптимизации распознавания окружающей среды и расчёта траектории движения группы роботов». Авторы: Иванов М.В, Сергиенко О.Ю., Тырса В.В, Линднер Л., Родригес-Киньонес Х.С., Флорес-Фуэнтес В., Ривас-Лопес М., Эрнандес-Бальбуэна Д. и Нието Иполито Х.И. В статье изучается влияние

обмена общими знаниями об окружающей среде на навигацию группы роботов. Авторы описывают структуру лазерной системы технического зрения в реальном времени как основного инструмента, чувствительного к окружающей среде роботов. Предложенная динамическая сеть передачи данных моделирует группу роботов с использованием системы смены лидеров.

Эффективное выполнение крупномасштабных научных приложений в облачных средах обсуждается в трех статьях. В первой статье под названием «Непрерывная интеграция функционального наполнения распределенных пакетов прикладных программ» Феоктистов А.Г., Горский С.А., Сидоров И.А., Костромин Р.О., Фереферов Е.С. и Бычков И.В. предлагают интеграцию grid и облачных сред, а также новый подход к комплексной отладке, совместному тестированию и анализу времени выполнения программных модулей в такой гетерогенной распределенной вычислительной среде. Авторы объединяют методологию создания пакетов программного обеспечения с современными методами разработки, основанными на непрерывной интеграции на основе знаний о конкретных проблемах. В статье «Полуавтоматический подход к параллельному решению задач с использованием модели Multi-BSP» ее авторы Аланиз М.О. и Несмачнов Кановас С.Е. предлагают модель параллельного программирования для многоядерных машин, которая расширяет классическую модель BSP (Bulk Synchronous Parallel). Авторы представляют полуавтоматический подход к решению задач на основе параллельных алгоритмов с использованием модели Multi-BSP и системы ее поддержки. Они разрабатывают алгоритмы, применяя рекурсивную методологию к иерархическому дереву, уже построенному на основе бенчмарка, концентрируясь на трех элементарных функциях и применяя стратегию «разделяй и властвуй». В третьей статье этой группы «Ориентированное на данные планирование с применением отказоустойчивого метода динамической кластеризации для поддержки научных потоков работ в облаках», авторами которой являются Ахмад З., Джехангири А.И., Ифтихар М., Умер А.И. и Афзал И. обсуждаются крупномасштабные научные приложения, структурированные как научные процессы. Авторы рассматривают сбои задач, ограничения по срокам, бюджетные ограничения и неправильное управление задачами. Они предоставляют отказоустойчивые методы с ориентированным на данные планированием для выполнения научных потоков работ в облачных средах.

Применению концепции Интернета вещей в области животноводства посвящена статья «Интернет вещей для оценки поведения крупного рогатого скота при поиске корма и кормления в пастбищных системах земледелия: концепция и обзор сенсорных технологий», которую написали Гарай Альварес Г.Р., Бертот Вальдес Х. и Перес-Теруэль К. Авторы рассматривают экологические аспекты перемещения, кормодобывания и кормления крупного рогатого скота, а также технологии датчиков, которые могут быть встроены в основанную на Интернете вещей платформу для поддержки точного животноводства. Они классифицируют существующие методы в соответствии с их применимостью к экологическим исследованиям в области кормодобывания и кормления и распространяют технологию Интернета вещей на сельскохозяйственных животных, то есть на обеспечение мониторинга в реальном времени, помогающему управлять изменчивостью во времени наименьшей управляемой производственной единицы.

Три статьи последней группы посвящены актуальным проблемам безопасности. Статья «Безопасная и надежная передача данных в MANET на основе принципов вычислительно стойкого разделения секрета», написана Червяковым Н.И., Дерябиным М.А., Назаровым А.С., Бабенко М.Г. и Кучеровым Н.Н., Гладковым А.В. и Радченко Г.И. В ней предлагается новый подход к организации передачи данных в MANET, основанный на непересекающейся по узлам мультитрактовой маршрутизации и модульном кодировании данных. Авторы используют вычислительно безопасную схему разделения секрета, основанную на системе остаточных классов, которая обеспечивает конфиденциальность данных и надежность их передачи. В статье Сарвара С., Уль Кайума З., Сафьяна М., Икбала М. и Махмуда Я.

«Выявление характерных особенностей программ для борьбы с компьютерным пиратством на основе интеллектуального анализа графов» подчеркивается необходимость защиты прав интеллектуальной собственности (ПИС), которая затрудняет компьютерное пиратство, для борьбы с которым требуются эффективные меры. Авторы предлагают собственный подход к выявлению характерных особенностей программ (software birthmark), основанный на сочетании методов интеллектуального анализа текста и анализа графов. Последняя статья под названием «Эффективное сравнение чисел в системе остаточных классов на основе позиционных характеристик», авторами которой являются Бабенко М.Г., Черных А.Н., Червяков Н.И., Кучуков В.А., Миранда-Лопес В., Ривера-Родригес Р. и Ду Чж., посвящена гомоморфному шифрованию, которое обеспечивает конфиденциальность хранимой информации и выполнение вычислений над зашифрованными данными без предварительного их декодирования. Авторы предлагают новый эффективный метод для вычисления позиционной характеристики в позиционной системе счисления для повышения производительности и сокращения потребления ресурсов.

Мы считаем, что этот специальный выпуск хорошо отражает текущие проблемы в продвинутых компьютерных методах. Как приглашенные редакторы, мы хотели бы поблагодарить авторов за их ценный вклад и рецензентов за их работу и тщательно подготовленные рецензии. Особая благодарность главному редактору проф. А.И. Аветисяну, члену-корреспонденту РАН за предоставленную нам возможность подготовить этот специальный выпуск.

Информация об авторах / Information about authors

Андрей Николаевич ЧЕРНЫХ, приглашенный редактор выпуска, получил степень кандидата наук в Институте точной механики и вычислительной техники РАН. В настоящее время он является профессором Центра научных исследований и высшего образования в Энсенаде, Нижняя Калифорния, Мексика. В научном плане его интересуют многоцелевая оптимизация распределения ресурсов в облачной среде, проблемы безопасности, планирования, эвристики и метаэвристики, энергосберегающие алгоритмы, интернет вещей и т.д.

Andrei TCHERNYKH, guest editor of this issue, received his PhD degree at the Institute of Precision Mechanics and Computer Engineering of the Russian Academy of Sciences. Now he is holding a full professor position in computer science at CICESE Research Center, Ensenada, Baja California, Mexico. He is interesting in grid and cloud research addressing multi-objective resource optimization, both, theoretical and experimental, security, uncertainty, scheduling, heuristics and meta-heuristics, adaptive resource allocation, energy-aware algorithms and Internet of Things.

Аллел ХАДЖАЛИ, приглашенный редактор выпуска, получил степень PhD в Университете Пуатье, Пуатье, Франция. В настоящее время он является профессором Лаборатории компьютерных наук и автоматического управления системами, Университет Пуатье, Франция. Его научные интересы включают использование и анализ данных большого объема, извлечение данных, рекомендательные системы, качество данных, методы вычислительного интеллекта в системах поддержки принятия решений.

Allel HADJALI, guest editor of this issue, received his PhD degree at the Université de Poitiers, Poitiers, France. Currently, he is a professor at the The Laboratory of Computer Science and Automatic Control for Systems, Université de Poitiers, France. He is interesting in massive data exploitation and analysis, data extraction, recommendation systems, data quality, computational intelligence techniques in decision making.