

ПРОБЛЕМА ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ЧЕТВЕРТОЙ ПАРАДИГМЫ

А.А. Каменщиков ^а, А.Я. Олейников ^б

Россия, Москва, 125009, ул.Моховая д.11 к.7, ИРЭ им. В.А.Котельникова РАН

E-mail: ^а prostonau@mail.ru, ^б olein@cplire.ru

Рассмотрена проблема обеспечения интероперабельности при реализации 4-ой парадигмы – интенсивном применении информационно-коммуникационных технологий в научных исследованиях. Основными средствами при этом выступают суперкомпьютеры, кластеры, GRID-системы и системы облачных вычислений, совокупность которых составляет систему-систем (system of systems – SoS). Отмечается, что аналогичная тенденция перехода к SoS имеет место и в других областях, таких как экономика и промышленность.

Ключевые слова: Четвертая парадигма, интероперабельность, система систем

© 2018 А.А. Каменщиков, А.Я. Олейников

1. Введение

Как известно, в настоящее время во всем мире происходит переход к т.н. 4-ой парадигме в методах и средствах проведения научных исследований [1]. Четвертая парадигма основана на высокопроизводительных вычислениях и хранении больших объемов данных. В [1] утверждается, что в XXI веке большая часть огромного объема научных данных, собранных новыми приборами, наряду с результатами компьютерного моделирования, вероятно, навсегда будет в общедоступном, контролируемом состоянии для целей дальнейшего анализа. Этот анализ приведет к разработке многих новых теорий. Скоро настанет время, когда данные будут жить вечно, также как бумажные хранилища и будут общедоступны в «облаке» для людей и машин. Частично это реализовано, однако, отсюда следует вывод, что существование 4-ой парадигмы состоит в интенсивном применении самых перспективных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) применения распределенной высокопроизводительной среды, куда входят отдельные суперкомпьютеры, кластеры, GRID-системы, системы облачных вычислений и конечные персональные ЭВМ пользователей. Совершенно очевидно также, что в такой сугубо гетерогенной среде, которая должна быть отнесена к классу система-систем (System of Systems – SoS), возникает проблема совместимости и взаимодействия разнородных программно-аппаратных платформ, получившая название «проблемы интероперабельности».

2. Проблема интероперабельности

Интероперабельность, наряду с переносимостью и масштабированием составляет основные характеристики открытых систем Проблема интероперабельности должна решаться на основе использования профилей — наборов ИКТ-стандартов. Данной проблемой занимаются многие организации и отдельные исследователи во всем мире, но до конца она нигде не решена, ввиду большой сложности, Сложность состоит в том, что использование ИКТ-стандартов обеспечивает т.н. техническую интероперабельность, т.е. представляет необходимое, но недостаточное условие. В [1] подчеркивается, что для эффективного обмена данными необходимо научиться ими обмениваться и однозначно понимать их, т.е. обеспечить семантическую интероперабельность. В частности, поэтому тематика интероперабельности и разработки стандартов включена в Программу фундаментальных исследований государственных академий наук на 2013-2020 гг (п.34). Проблема интероперабельности имеет первостепенное значение не только в научных исследованиях, но и в экономике, в промышленности и в информационном обществе в целом.

3. Проблема интероперабельности в GRID-системах и в облаках

Наибольшее число работ по проблеме интероперабельности в рамках 4-ой парадигмы относится к GRID-системам и облакам. Основными международными организациями в области GRID-систем и систем облачных вычислений следует считать Open Grid Forum (OGF) и Open Cloud Consortium (OCC). Этими вопросами занимается также IEEE [2]. Профиль подразумевает согласованный набор стандартов, структурированный в терминах модели интероперабельности [3], который должен обновляться по мере актуализации входящих в него стандартов и может быть издан как отдельный нормативно-технический документ. Согласно модели интероперабельности [3], в профиль интероперабельности в общем случае должны войти стандарты и документы технического, семантического и организационного уровня. Следует отметить, что, по действующим правилам, расположение стандартов на тех или иных уровнях интероперабельности требует коллективного обсуждения экспертного сообщества. Таблица 1 содержит основные организации, связанные с вопросами интероперабельности и стандартизации в ГРИД и облаках [4, 5].

На основании работы [6] можно сделать вывод, что за рубежом проблеме интероперабельности в высокопроизводительной среде придается большое значение, и имеется

целый ряд организаций, подходов и стандартов для ее решения. Выделить какой-либо один подход на данный момент не представляется возможным.

Таблица 1. Организации, связанные с обеспечением интероперабельности ГРИД и облаков

Организации	Область применения
Open Grid Forum (OGF) Distributed Management Task Force (DMTF) Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS)	GRID и облака
European Telecommunications Standards Institute (ETSI) Internet Engineering Task Force (IETF) ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T) Storage Networking Industry Association (SNIA) TeleManagement Forum (TMF)	GRID
Open Cloud Consortium (OCC) Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) European Telecommunications Standards (ETSI) Open Virtualization Format (OVF) Open Cloud Computing Interface (OCCI) Storage Networking Industry Association (SNIA) Topology and Orchestration Specification for Cloud Applications (TOSCA) Cloud Application Management for Platforms (CAMP) The National Institute of Standards and Technology (NIST) Object Management Group (OMG)	Облака

Авторы исследуют проблему интероперабельности более 10 лет и разработали несколько стандартов. Основным результатом следует считать предложенный единый подход к обеспечению интероперабельности для информационных систем (ИС) самого широкого класса [7], который впоследствии оформлен в виде ГОСТ Р 55062-2012 [3]. Далее авторы применили данный подход к конкретным областям: науке, образованию, здравоохранению, электронным библиотекам, военному делу. Исследования проводились также для GRID-систем и систем облачных вычислений. Авторы регулярно, начиная с 2010 г., докладывали свои результаты на предыдущих конференциях в ОИЯИ, последняя публикация [8]. Все перечисленные выше классы ИС являются компонентами SoS [9]. С использованием этих наработок и зарубежного опыта в настоящее время мы приступили к решению проблемы интероперабельности в SoS. Проблема представляется весьма сложной, нами получены лишь предварительные результаты, а именно предложены архитектура и модель интероперабельности для SoS, которые опубликованы в [10].

Настоящая работа выполняется при поддержке Программы №27 фундаментальных исследований Президиума РАН.

4. Заключение

Реализация 4-ой парадигмы требует решения проблемы интероперабельности. Проблема интероперабельности имеет первостепенное значение не только для научных исследований, но и для всех других областей. Решение данной проблемы требует достижения не только технической интероперабельности, но и более высокого уровня – семантической интероперабельности. Задача усложняется тем, что во всех областях имеет место переход к сверхсложным (SoS) сугубо гетерогенным системам. Авторы пытаются решить данную проблему и будут рады любому сотрудничеству.

Список литературы

- [1] The Fourth Paradigm Data-Intensive Scientific Discovery. Microsoft research Redmond, WA. Available at: <https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/fourth-paradigm-data-intensive-scientific-discovery/>. (accessed: 17.10.2018)
- [2] Zhuravlev E.E., Ivanov S.V., Kamenshchikov A.A., Kornienko V.N., Olejnikov A.Ya., Shirobokova T.D. *Osobennosti metodiki obespecheniya interoperabel'nosti v grid-srede i oblachnyh vychisleniyah* [Features of the method of ensuring interoperability in the grid environment and cloud computing] // *Komp'yuternye issledovaniya i modelirovanie - Computer research and modeling*, 2015, Vol. 7, № 3, pp. 675-682. URL: http://crm-en.ics.org.ru/uploads/crmissues/crm_2015_3/15740.pdf (accessed: 01.05.2018) (In Russian).
- [3] *GOST R 55062-2012 Informatsionnye tekhnologii. Sistemy promyshlennoy avtomatizatsii i ikh integratsiya. Interoperabel'nost'. Osnovnye polozheniya.* [GOST R 55062-2012 Information technologies. Industrial automation systems and integration. Interoperability. Basic principles.], Vved. 2012-11-13. M.: Standartinform, 2012. 12 p. (In Russian). *Professional'nye spravochnye sistemy «Tekhekspert».* / *Konsortsium Kodeks.* ("Techexpert" professional help systems / Consortium Code). Available at: <http://www.cntd.ru/assets/files/upload/050314/55062-2012.pdf>, (accessed: 14.12.2017).
- [4] Lewis G. A. Role of standards in cloud-computing interoperability // *Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, 2013. pp.1652–1661. URL: <https://www.computer.org/csdl/proceedings/hicss/2013/4892/00/4892b652.pdf> (accessed: 06.05.2018).
- [5] Standards Customer Council C. Interoperability and Portability for Cloud Computing: A Guide Version 2.0, 2017. URL: <https://www.omg.org/cloud/deliverables/CSCC-Interoperability-and-Portability-for-Cloud-Computing-A-Guide.pdf> (accessed: 06.05.2018).
- [6] Di Meglio A. Grids and Clouds Integration and Interoperability: an overview // *PoS*. 2011. T. 31. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/30436479.pdf> (accessed: 26.04.2018).
- [7] Gulyaev Yu.V., Zhuravlev E.E., Oleynikov A.Ya. Methodology standardization to ensure interoperability of information systems wide class. *Zhurnal Radioelektroniki - Journal of Radio Electronics*. 2012. N2. Available at: <http://jre.cplire.ru/win/mar12/2/text.pdf>. (accessed: 14.12.2017) (In Russian).
- [8] Ivanov S.V., Oleynikov A.Ya., Methodology and algorithm for selecting standards for interoperability profile in cloud computing. *Proceedings of the 7th International conference "Distributed computing and Grid technology in science and education, Dubna, JINR, 4-9, July 2016* pp.264-268. (In Russian).
- [9] Information system Development: improving enterprise communication. (chapters 7 and 9). *Proceedings from the 22nd annual meeting (ISD2013) held in Seville, Spain, from September 2 to 4, 2013*
- [10] Kamenshchikov A.A., Oleynikov A.Ya., Shirobokova T.D. *Issledovanie osobennostej problemy interoperabel'nosti v krupnomasshtabnyh informacionnyh sistemah* [Study of the features of the problem of interoperability in large-scale information systems]. *Informacionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy - Information technology and computer systems*. 2018. N3. pp. 16–21. ISBN 2071-8632 (In Russian).

THE INTEROPERABILITY PROBLEM DURING THE IMPLEMENTATION OF THE FOURTH PARADIGM

A.A. Kamenshchikov ^a, A.Ya. Oleynikov ^b

Russia, Moscow, 125009, Mokhovaya 11-7, IRE RAS

E-mail: ^aprostonau@mail.ru, ^bolein@cplire.ru

The problem of interoperability during the implementation of the 4th paradigm – the intensive use of information and communication technologies in scientific researches is considered. The main means in this case are supercomputers, clusters, GRID-systems and cloud computing systems, the totality of which is a system of systems (SoS). It is noted that a similar trend of transition to SoS occurs in other areas, such as economy and industry.

Keywords: fourth paradigm, interoperability, system of systems

© 2018 Andrey A. Kamenshchikov, Alexander Y. Oleynikov