

АРХИТЕКТУРА 5С

Цветков В.Я.

ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте» (ОАО «НИИАС»), Москва, e-mail: cvj2@mail.ru

Сообщение анализирует специальный тип архитектуры, который выполняет функции поддержки для кибер-физических систем. Отмечена тенденция возрастания сложности систем и алгоритмов, которая порождает производные проблемы. Отмечены основные свойства кибер-физических систем. Эти свойства составляют: распределенная структура, интеллектуальность, интегрируемость, специальное программное обеспечение, кластерная обработка информации, модификация информационных потоков. Определены требования, которые выдвигают свойства кибер-физических систем. Данные требования должна реализовать архитектура 5с. Раскрывается содержание архитектуры 5С как пятиуровневой информационной конструкции. Анализируется содержание и функции уровней архитектуры 5С. Показано, что данная архитектура поддерживает сложную систему, которую называют «система систем». Показана связь между «системой систем» и проблемой «больших данных». Делается вывод о том, что архитектура 5С решает проблему «системы систем».

Ключевые слова: системный анализ, система систем, кибер-физическая система, архитектура системы, информационная конструкция, сложность

ARCHITECTURE 5C

Tsvetkov V.Ya.

OAO «Scientific Research and Design Institute of Informatization, Automation and Communication in Railway Transport» (JSC «NIIAS»), Moscow, e-mail: cvj2@mail.ru

This paper analyzes a special type of architecture that performs support functions for cyber-physical systems. Paper fixes the tendency of increasing complexity of systems and algorithms, which generates derivative problems. Paper highlights the basic properties of cyber-physical systems. These properties form the following characteristics: distributed structure, intelligence, integrability, special software, cluster processing of information, modification of information flows. Paper fixes the requirements that put forward the properties of cyber-physical systems. These requirements must implement the architecture of 5c. The paper reveals the content of the architecture of 5C in the form of a five-level information structure. The paper analyzes the content and functions of the levels of architecture 5C. Paper notes that the architecture of 5C supports a special complex system, which is called a «system of systems». This paper notes the connection between the «system of systems» and the problem of «large data». The paper concludes that the 5C architecture solves the problem of a «system of systems».

Keywords: System analysis, system systems, cyber-physical system, system architecture, information construction, complexity

Существует общая тенденция возрастания сложности [1] систем, технологий и алгоритмов, которая порождает ряд производных проблем. В частности, создание сложных технических систем, информационных систем и интеллектуальных систем – требует специальной поддержки [2]. К числу таких сложных систем относятся кибер-физические системы [3] (cyber-physical system – CPS). Один из видов поддержки сложных систем представляет собой создание специальной архитектуры системы. Проектирование и развертывание кибер-физической производственной системы в настоящее время выполняют на основе архитектуры 5С [4]. Архитектура 5С в качестве основной технологической функции осуществляет поддержку кибер-физической системы. Концептуально архитектура 5С представляет собой информационную конструкцию [5], включа-

ющую: соединение, преобразование, кибер, познание и конфигурация (что на англ соответствует connection, conversion, cyber, cognition, configuration).

Прежде чем говорить об архитектуре необходимо отметить особенности кибер-физической системы, которые должна учитывать данная архитектура и помогать в их реализации. Кибер-физическая система является распределенной системой [6], что уже выдвигает требования к ней как к распределенной системе [7]. Технически кибер-физическая система [8] интегрирует сенсоры, исполнительные устройства и интеллектуальные узлы сети, что требует ее интегративности [9]. Кибер-физическая система требует разработки специальных методов вычислений внутри сети, аналогичных параллельным вычислениям [9], что требует разработки специальных алгоритмов [11] с учетом архитектуры системы.

Кибер-физическая система требует создания возможности реконфигурации информационных потоков на основе внутреннего анализа и управления. Кибер-физическая система требует создания собственных вычислительных ресурсов на основе относительно маломощных вычислительных ресурсов интеллектуальных узлов. Это в итоге требует создания подобия некой кластерной вычислительной системы внутри CPS. Все это помогает реализовать архитектура 5C. Архитектура представляет собой многослойную информационную конструкцию.

Информационная конструкция 5C представляет собой пятиуровневую пирамидальную модель. Нижний уровень задает «умное соединение». Следующий уровень образует конверсия данных. Средний уровень – кибер уровень Второй сверху уровень – уровень познания. Верхний уровень задает конфигурацию.

На нижнем уровне «умное соединение» устройства могут быть сконструированы для самоподключения и самоконтроля для его поведения. На следующем уровне «Конверсия» данные от устройств с автономным подключением и датчиков измеряют характеристики критических проблем с самосознанием, машины могут использовать самосознающую информацию для самоопределения своих потенциальных проблем. На уровне «Кибер (Cyber)» каждая машина создает свой «двойник», используя эти инструментальные функции, и далее характеризует шаблон здоровья машины, основанный на методологии «Time-Machine». Установленный «близнец» в киберпространстве может выполнять самоанализ для одноранговой производительности для дальнейшего синтеза. На уровне «Познание (Cognition)» результаты самооценки и самооценки будут представлены пользователям на основе «инфографического» значения, чтобы показать содержание и контекст потенциальных проблем. На уровне «Конфигурация» машина или производственная система могут быть переконфигурированы на основе критериев приоритета и риска для достижения отказоустойчивости [12].

Эту архитектуру рассматривают как «передовую практику» в разработке программного обеспечения для робототехники, поскольку она эволюционировала во время накопления опыта разработки программного обеспечения и была применена к десяткам и десяткам новых разработок программного

обеспечения. Основой архитектуры служит ядро «распределенные системы управления (Embedded Control Systems)», которое в машиностроении служит основой проектирования высокоуровневыми проектами сложной «системы – систем» (system-of-systems). Обычно мир рассматривают как систему систем [13]. Но появился класс сложных систем, для которых компоненты состоят не из подсистем, а из систем. Это повышает сложность проектирования и разработки ПО для таких систем. Архитектура 5C решает задачи для сложных систем, которые называют системами систем. В теории обработки данных эта проблема имеет название проблемы больших данных [14]. В теории сложных систем она трансформируется в проблему «системы систем». Архитектура 5C является решением проблемы «система систем» и частично решением проблемы больших данных.

Список литературы

1. Tsvetkov V.Ya. Complexity Index // European Journal of Technology and Design, 2013, Vol.(1), № 1, p.64-69.
2. Цветков В.Я. Подсистема поддержки интеллектуального управления // Государственный советник. – 2014. – № 4. – С. 87-92.
3. Khaitan et al., «Design Techniques and Applications of Cyber Physical Systems: A Survey», IEEE Systems Journal, 2014.
4. URL: <http://www.imscenter.net/cyber-physical-platform> Дата доступа 12.04.2017.
5. Tsvetkov V. Ya. Information Constructions // European Journal of Technology and Design. – 2014, Vol (5), № 3. – p. 147-152.
6. E. A. Lee and S. A. Seshia, Introduction to Embedded Systems – A Cyber-Physical Systems Approach, LeeSeshia.org, 2011.
7. Цветков В.Я., Алпагов А.Н. Проблемы распределенных систем // Перспективы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 31-36.
8. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Cyber-physical_system. Дата доступа 5.05.2017.
9. Цветков В.Я. Ресурсность и интегративность сложной организационно технической системы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 5. (часть 4) – с. 676-676.
10. Кулагин В.П. Проблемы параллельных вычислений // Перспективы науки и образования. – 2016. – № 1. – С. 7-11.
11. D. Vanthienen, M. Klotzbucher, H. Bruyninckx, The 5C-based architectural Composition Pattern: lessons learned from re-developing the iTaSC framework for constraint-based robot programming // Journal of Software Engineering for Robotics. – 2014. – 5(1). – p. 17-35.
12. Lee, Jay; Bagheri, Behrad; Kao, Hung-An (January 2015). «A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems». Manufacturing Letters. 3: 18–23. doi:10.1016/j.mfglet.2014.12.001.
13. Монахов С.В., Савиных В.П., Цветков В.Я. Методология анализа и проектирования сложных информационных систем. – М.: Просвещение, 2005. – 264 с.
14. McAfee A. et al. Big data // The management revolution. Harvard Bus Rev. – 2012. – V. 90. – № 10. – С. 61-67.