

ОБЗОР ГЕТЕРОГЕННЫХ И СЕМАНТИЧЕСКИХ ШЛЮЗОВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

Л. А. Власенко^{1*}, В. А. Кулик¹, Р. В. Киричек¹

¹ СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация

* Адрес для переписки: lidiia.vlasenko@gmail.com

Аннотация

Предмет исследования. В данной статье исследована связь между существующими архитектурами сетей и новыми технологиями, которые может предложить Промышленный Интернет Вещей. Даны подробные определения представленных понятий. Произведено исследование гетерогенных и семантических шлюзов Интернета Вещей, обоснованы требования к наличию определенных ролей шлюзов Интернета Вещей в глобальных и локальных сетях. Перечислен ряд существующих, разрабатываемых технологий и услуг Интернета Вещей. Приведены примеры сетей с гетерогенным и семантическим шлюзами. Даны комментарии для приведенных сетей, рекомендации к их использованию построению в связи с ранее проведенными экспериментами на модельной сети, работающей по протоколам MQTT, XMPP, HTTP/2, CoAP. Предоставлен обзор шлюзов Интернета Вещей для организации локальных соединений с возможностью подключения в глобальную сеть. **Метод.** Проведен обзор и анализ существующих решений и методов по организации шлюза. **Основные результаты.** Определены основные производители программных продуктов, аппаратных платформ для шлюзов Интернета Вещей, а также поставщики готового продукта – шлюза. Затронуты различия между требованиями к программно-аппаратной части шлюзов в локальной и глобальной сетях, а также представлены примеры шлюзов для каждой из сетей. **Практическая значимость.** На базе данного обзорного исследования планируется создание рекомендаций, определяющих аппаратную и программную архитектуры гетерогенного шлюза ИВ. Данные рекомендации необходимы для построения сетей Промышленного Интернета Вещей для автоматизации коммерческих и некоммерческих предприятий.

Ключевые слова

Интернет Вещей, шлюз Интернета Вещей, Промышленный Интернет Вещей, гетерогенный шлюз, семантический шлюз.

Информация о статье

УДК 004.71

Язык статьи – русский.

Поступила в редакцию 12.06.17, принята к печати 01.09.17.

Ссылка для цитирования: Власенко Л. А., Кулик В. А., Киричек Р. В. Обзор гетерогенных и семантических шлюзов Интернета Вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. 2017. Том 5. № 3. С. 30–37.

REVIEW OF HETEROGENEOUS AND SEMANTIC IOT GATEWAYS

L. Vlasenko^{1*}, V. Kulik¹, R. Kirichek¹

¹ SPbSUT, St. Petersburg, 193232, Russian Federation

* Corresponding author: lidiia.vlasenko@gmail.com

Abstract—Research subject. This article explores the relationship between existing network architectures and new technologies that the Industrial Internet of Things can offer. Detailed definitions of the presented concepts are given. The study of heterogeneous and semantic Internet of Things gateways is done, the requirements to the presence of main roles of Internet of Things gateways are grounded in global and local networks. A number of existing, developed technologies and Internet services are listed. Examples of networks with heterogeneous and semantic locks are given. Comments are given for the resulted networks, recommendations to their use to construction in connection with earlier experiments on the model network working with protocols MQTT, XMPP, HTTP/2, CoAP. Provides an overview of Internet gateways Things for organizing local connections with the ability to connect to the global network. **Method.** The review and analysis of existing solutions and methods for the organization of the heterogeneous IoT gateway is carried out. **Core results.** The main producers of software products, hardware platforms for Internet gateways of Things, as well as suppliers of the finished product - the gateway, are defined. The differences between the hardware and software requirements for gateways in the local and global networks are touched, and examples of gateways for each network are provided. **Practical relevance.** Based on this survey, it is planned to create recommendations that determine the hardware and software architectures of the heterogeneous IoT gateways. These recommendations are necessary to build networks of Industrial Internet Things for the automation of commercial and non-commercial enterprises.

Keywords—IoT, gateway, Industrial IoT, heterogeneous gateway, semantic gateway.

Article info

Article in Russian.

Received 12.06.17, accepted 01.09.17.

For citation: Vlasenko L., Kulik V., Kirichek R.: Review of Heterogeneous and Semantic IOT Gateways // Telecom IT. 2017. Vol. 5. Iss. 2. pp. 32–37 (in Russian).

Введение

Интернет Вещей — концепция сетевого объединения датчиков и «умных» устройств, взаимодействующих друг с другом и с другим активным сетевым оборудованием, что облегчает использование сервисов и служб сети Интернет. В перспективе данная концепция способна перестроить экономические и общественные процессы, избавив человека от необходимости участия в них. Решения, описывающие применение концепции Интернета Вещей в промышленности называются технологиями Промышленного Интернета Вещей.

Промышленный Интернет Вещей — концепция организации «умных» предприятий (датчиков и контроллеров, установленных на узлах и агрегатах промышленного объекта, средств передачи собираемых данных и их визуализации, ана-

литических инструментов интерпретации получаемой информации и многих других компонентов), то есть внедрение киберфизических систем¹ и персонализированного производства.

Киберфизические системы — это системы с двусторонней связью между физическими процессами и вычислительными средствами. Элементы такой системы могут находиться как в одной производственной зоне, так и далеко друг от друга, а взаимодействие между ними — осуществляться на всех стадиях планирования, производства, эксплуатации, ремонта, утилизации. Благодаря собираемой датчиками и «умными» устройствами информации можно провести диагностику состояния, прогнозировать необходимость определенных изменений, установить автоматическую настройку, адаптацию программного обеспечения.

Технологии Интернета Вещей (ИВ) [1] обеспечивают предоставление более сложных услуг на основе уже имеющихся информационно-коммуникационных технологий. В число таких услуг входят: передача голоса, IP-TV, передача текстовой информации, виртуальная и дополненная реальности, Тактильный Интернет, m2m (*Machine-to-Machine*), летающие сенсорные сети [2, 3], медицинские сети, Интернет Нановещей.

Концепция Промышленного Интернета Вещей, представляет собой гетерогенную сеть, в рамках которой требуется осуществление взаимодействия существующих сетевых технологий с технологиями ИВ посредством гетерогенного шлюза ИВ, а также организация работы новых технологий ИВ на базе имеющихся сетей. Коммуникация сетей связи посредством шлюза ИВ является актуальной проблемой, так как в настоящее время не существует универсального решения по обеспечению взаимодействия различных коммуникационных протоколов друг с другом.

Семантический шлюз ИВ — устройство, обеспечивающее взаимодействие гетерогенных сетей и поддерживающее работу одновременно нескольких услуг связи². В зависимости от услуг, работу которых обеспечивает шлюз ИВ, разнятся требования к задержке преобразования протоколов, загрузке оперативной памяти и центрального процессора шлюза, к количеству подключенных устройств и т. д. Относительно данных требований производится выбор той или иной программно-аппаратной платформы.

В данной сети произведен обзор гетерогенных шлюзов ИВ, приведены примеры существующих сетевых шлюзов ИВ, готовых к применению сегодня. Также разработаны архитектуры шлюзов ИВ, приведены рекомендации к их применению. Указаны результаты предыдущих исследований шлюза ИВ на основе программно-аппаратной технологии Raspberry Pi3, сделаны выводы по поводу использования шлюзов ИВ на «умных» предприятиях.

Гетерогенные шлюзы

В локальной сети, работающей по определенной технологии достаточно шлюза с поддержкой только протокола\протоколов, относящихся к данной технологии. Например, сеть 868 STARGATE-01 предназначена для построения

¹ <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/ba-cyber-physical-systems-and-smart-cities-iot/index.html>

² ITU-T Y-series Recommendations. Global Information Infrastructure, Internet Protocol Aspects and Next-Generation Networks.

LoRaWAN-сети с радиусом покрытия до 15 км. Естественно, обмениваться информацией по такой сети смогут только LoRa-совместимые устройства через серверы соответствующих IoT-услуг.

Для построения глобальной сети ИВ требуется объединение беспроводных локальных, mesh, беспроводных глобальных, проводных технологий, следовательно, шлюз Интернета Вещей должен выполнять роль гетерогенного шлюза [4].

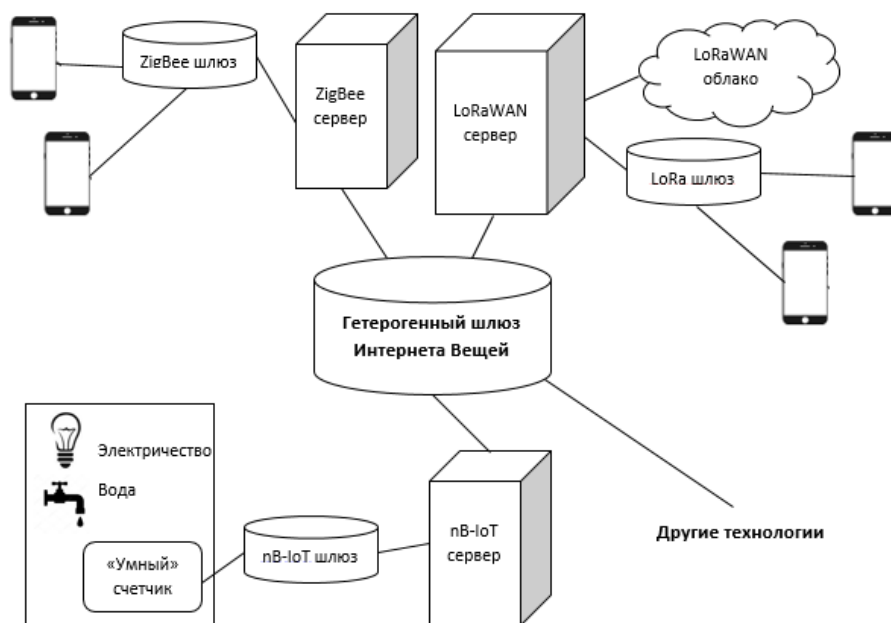


Рис. 1. Пример гетерогенной сети

Гетерогенный шлюз ИВ, представленный на рис. 1, осуществляет взаимодействие между сетями для каждой из технологий Интернета Вещей на основе существующих сетей связи. Благодаря гетерогенному шлюзу возможно построить сеть, объединяющую различные технологии Интернета Вещей между собой.

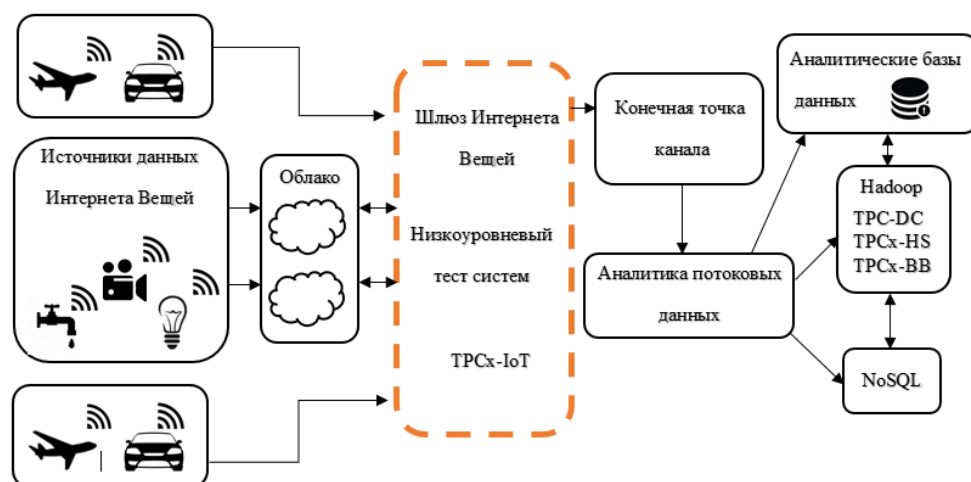


Рис. 2. Гетерогенный шлюз с TPCx-IoT

Как правило, для анализа большого количества данных от различных устройств, с подключенными к ним сенсорам, относящихся к концепции Интернета Вещей используется технологии облачного вычисления. На рис. 2 продемонстрирован гетерогенный шлюз IoT, в котором используется TPC (*Transaction Processing Performance Council*), обрабатывающий TPCx-IoT.

TPCx-IoT — обработчик запросов, который может объединять в себе различные аппаратные и программные решения разных производителей для шлюзов IoT. TPCx-IoT массово агрегировать данные в реальном времени без привязки к дата-центру.

Семантические шлюзы

Для преобразования протоколов прикладного уровня между сетями требуется прикладной шлюз ИВ.

На рис. 3 представлен пример архитектуры семантического шлюза ИВ [4, 5], который объединяет подсети, работающие на базе протоколов MQTT, CoAP, XMPP, HTTP/2. IoT gateway — маршрутизатор, используемый для анализа и коммутации получаемых пакетов между подсетями и таким образом обеспечивающий межпротокольное преобразование.

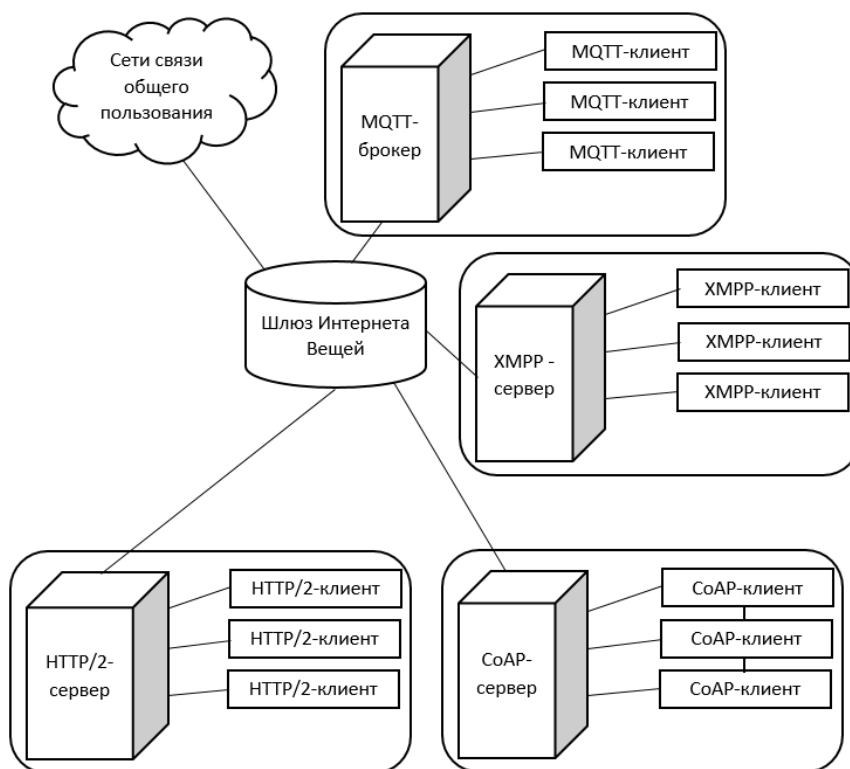


Рис. 3. Пример гетерогенной сети с семантическим шлюзом

Технологии Интернета Вещей, базирующийся на таких технологиях как RFID и беспроводные сенсорные сети (WSN), не предназначены для работы с закрытыми проприетарными протоколами. ИВ представляет будущее состояние Интернета как интеллектуальную и масштабируемую архитектуру, необходимую для обеспечения связи между различными проприетарными системами, что поз-

воляет обнаруживать устройства ИВ и интерпретировать сообщения, циркулирующие между ними. В основном шлюзы и архитектуры ИВ с поддержкой семантического преобразования используются для обеспечения взаимодействия между системами, с установленными стандартами обмена данными. Semantic Gateway as Service (SGS) позволяет осуществлять трансляцию между протоколами обмена сообщениями, такими как XMPP, CoAP и MQTT с помощью многопротокольной прокси-архитектуры. Использование широко признанных спецификаций, таких как онтология сети семантических сенсоров (SSN) W3C для семантических аннотаций данных датчиков, обеспечивает семантическую совместимость сообщений.

Шлюзы Интернета Вещей

Большинство крупных компаний выпускают шлюзы Интернета Вещей для сетей с разными требованиями, нагрузкой, площадью покрытия. В зависимости от сервисов, предоставляемых сетью, способа реализации этих сервисов требуется выбрать шлюз с конкретной ОС, с возможностью поддержки нужного ПО [5, 6, 7, 8, 9].

На рис. 4 приведены существующие на настоящий момент производители, занимающиеся разработкой шлюзов ИВ, а именно:

- разработкой программного обеспечения;
- разработкой, производством и сборкой аппаратных платформ;
- объединением ПО и аппаратной платформы.



Рис. 4. Производители шлюзов Интернет Вещей

Для задач построения малых вычислительных сетей допускается использование таких аппаратных платформ как: Arduino, Raspberry, C.H.I.P. и др.

Для построения малых/средних сетей для профессионального использования, с небольшим количеством оконечных устройств возможно использование таких шлюзов как: NIO-100, NIO-100Y, NIO-50; MXE-101i; UA-5231, UA-5231M; UC-

8112-LX-CG, UC-8132-LX-CG от производителей NEXCOM, ADLink, ICP DAS, MOXA соответственно.

Вывод

В статье представлен перечень требуемых ролей шлюза ИВ для организации глобальной сети Промышленного Интернета Вещей. Проведен обзор гетерогенных шлюзов и ныне существующих технологий для реализации требуемых от шлюза функций. Также, исследована роль семантического шлюза, приведен пример его архитектуры. Обзор рынка шлюзов ИВ и производителей программно-аппаратных платформ позволяет выбрать конкретную модель шлюза. Зная архитектуру сети, можно выбрать такой шлюз, чтобы достигнуть максимальной производительности сети и избежать перегрузок, выхода сети из строя по той или иной причине. Для этого требуется заранее оценить возможность использования той или иной модели, знать степень устойчивости системы, в которой используется шлюз, к задержкам, загрузкам оперативной памяти и центрального процессора шлюза.

Для реализации концепции Промышленного Интернета Вещей требуется выработать ряд рекомендаций, с помощью которых в короткие сроки возможно организовать гетерогенную работоспособную сеть с минимальными затратами и максимальной производительностью для ряда конкретных требований, имеющую возможность работать с сетями связи общего пользования. Разработка таких рекомендаций внесет вклад в будущее развитие Интернета Вещей, а, соответственно, облегчит жизнь общества и предоставит новые пути решения экономических и социальных проблем.

Литература

1. Данилов К. Н., Киричек Р. В., Кулик В. А. Методы обнаружения Интернет вещей в глобальной сети // Информационные технологии и телекоммуникации. 2015. № 4 (12). С. 48–56.
2. Kirichek R., Koucheryavy A. Internet of Things laboratory test bed // Lecture Notes in Electrical Engineering. 2016. Vol. 348. pp. 485–49.
3. Kirichek R., Vlydyko A., Zakharov M., Koucheryavy A. Model networks for Internet of Things and SDN // 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT) 2016. pp. 76–79.
4. Кулик В. А., Фам В. Д., Киричек Р. В. Шлюз для подключения и управления IoT-устройствами на базе WiFi-модуля NODEMCU // Интернет вещей и 5G. 2016. С. 26–30.
5. Kulik V., Muthanna A., Pham V. D., Hakimov A., Kirichek R., Pirmagomedov R. The study of semantic gateway performance // Электросвязь. 2017. № 6. С. 69–73.
6. Власенко Л. А., Фам В. Д., Кулик В. А., Киричек Р. В. Исследование производительности программных инструментов межсетевого взаимодействия для семантических шлюзов Интернета Вещей // Информационные технологии и телекоммуникации. Т. 5. № 1. 2017. С. 44–53.
7. Серебрякова А. А., Кулик В. А., Фам В. Д., Киричек Р. В. Влияние трафика Интернета Вещей на работу сетевого оборудования // Девятнадцатая Международная научная конференция «Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисление, связь» (DCCN-2016). 2016. С. 388–393.
8. Кулик В. А., Выборнова А. И. Методы комплексного тестирования устройств Интернета Вещей // Девятнадцатая Международная научная конференция «Распределенные компьютерные и телекоммуникационные сети: управление, вычисление, связь» (DCCN-2016). 2016. С. 305–312.

References

1. Danilov K., Kirichek R., Kulik V. Methods for Detection of Internet of Things in the Global Network // Telecom IT. 2015. Vol. 4 (12). pp. 48–56.

2. Kirichek R., Koucheryavy A. Internet of Things laboratory test bed // Lecture Notes in Electrical Engineering. 2016. Vol. 348. pp. 485–49.
3. Kirichek R., Vladyko A., Zakharov M., Koucheryavy A. Model networks for Internet of Things and SDN // 18th International Conference on Advanced Communication Technology (ICACT) 2016. pp. 76–79.
4. Kulik V., Pham V. D., Kirichek R. Gateway for Connection and Control of IOT-Based on Device WiFi Module Node MCU // 2nd Young Researchers International Conference on the Internet of Things and Its Enablers: "Internet of Things and 5G" (INTHITEN). 2016. pp. 26–30.
5. Kulik V., Muthanna A., Pham V. D., Hakimov A., Kirichek R., Pirmagomedov R. The Study of Semantic Gateway Performance // *Electrosvyaz*'. 2017. No. 6. pp. 69–73.
6. Vlasenko L., Pham V., Kulik V., Kirichek R.: Research on the Performance of Interworking Software Tools for Internet Semantic Gateways // *Telecom IT*. 2017. Vol. 5. Iss. 1. pp. 44–53 (in Russian).
7. Serebryakova A., Kulik V., Pham V. D., Kirichek R. Effect of Traffic IoT on Network Equipment // Nineteenth International Scientific Conference "Distributed Computer and Communication Networks" (DCCN). 2016. pp. 388–393.
8. Kulik V, Vybornova A. Methods of Complex Testing the Devices of the Internet of Things // Nineteenth International Scientific Conference "Distributed Computer and Communication Networks" (DCCN). 2016. pp. 305–312.

Власенко Лидия Александровна

– студентка, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232,
Российская Федерация, lidia.vlasenko@gmail.com

Кулик Вячеслав Андреевич

– ассистент, СПбГУТ, Санкт-Петербург, 193232,
Российская Федерация, vaklicr@gmail.com

Киричек Руслан Валентинович

– кандидат технических наук, доцент, СПбГУТ,
Санкт-Петербург, 193232, Российская Федерация,
kirichek@sut.ru

Vlasenko Lidia

– Student, SPbSUT, St. Petersburg,
193232, Russian Federation,
lidia.vlasenko@gmail.com

Kulik Viacheslav

– Assistant, SPbSUT, St. Petersburg,
193232, Russian Federation, vaklicr@gmail.com

Kirichek Ruslan

– Candidate of Engineering Sciences, Associate
Professor, SPbSUT, St. Petersburg, 193232,
Russian Federation, kirichek@sut.ru