

Раздел 2

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ЭКОНОМИКЕ И УПРАВЛЕНИИ

УДК 004.75

Д. Е. Докучаев, аспирант

Н. Т. Юнусов, студент

Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ «ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ»

В данной статье рассмотрены такие концепции и технологии, как «Интернет вещей» и облачные технологии, описаны преимущества их применения по отдельности и возможности, возникающие благодаря интеграции и совместному применению этих технологий. Приводятся причины и аргументы в пользу использования облачных сервисов для поддержки эффективного функционирования «Интернет вещей». Приведенные аргументы направлены на содействие принятию решений при разработке встроенных систем. На сегодняшний день как мировой, так и российский рынки «Интернет вещей» находятся в состоянии бурного развития и роста.

Ключевые слова: «Интернет вещей»; облачные вычисления; безопасность; распределенные системы; модели облачных вычислений.

Введение

В последнее время концепция «Интернет вещей» привлекает внимание многих правительств и рынка как технология, способная достичь значительного успеха. Однако системы в таком широком представлении находятся на начальном этапе своего развития [1, 2]. Очень важно, чтобы были проанализированы и решены риски, связанные с безопасностью, конфиденциальностью и личной безопасностью, которые появляются из-за открытого доступа к данным в рамках этих систем и за их пределами.

Возможности «Интернет вещей» охватывают самые разнообразные сферы применения, такие как система «умного дома», «умное» уличное освещение, определение и контроль перегруженности транспортных магистралей, контроль за уровнем шума, управление отходами по всему городу, интеллектуальные автомобильные сети реального времени и умные городские конструкции [3]. Такое прикладное применение, как правило, основано на датчиках и каждое применение имеет свое одно назначение. Однако философия «Интернет вещей» гласит о широкомасштабной интеграции потенциально всех технологий, таких как отдельные девайсы, приложения, сервера и т. д., наряду с сенсорами и исполнительными механизмами. Данные из самых различных источников могут найти различное применение и должны быть разработаны с учетом обширного применения и широкой их доступности.

Облако – очевидное технологическое решение для достижения такого открытого обмена. Облачные вычисления были придуманы для управления, обработки и хранения больших данных, которые, например, развились от таких сервисов, как поисковые машины. Анализ данных стало важным дополнением

к сервисам, размещенным на облаке. Такие сервисы позволяют делать большие данные систем «Интернет вещей» (включая мобильные устройства) совместно используемыми и широко доступными.

Облако – идеальный компонент в архитектуре «Интернет вещей». Во-первых, потому что облачные сервисы могут оперировать с различными системами, сервисами и устройствами, облако предоставляет логическое место для сбора и анализа данных, также для управления, контроля и координации различных систем и сервисов. Кроме того, облачные сервисы выгодны с точки зрения управления ресурсами, т. к. облака всегда находятся во включенном состоянии и могут расширяться по требованию. Далее речь пойдет об архитектуре «Интернет вещей», включающей облачные сервисы. На рисунке изображены различные применения «Интернет вещей» с поддержкой облачных сервисов.



Иллюстрация «Интернет вещей», работающих с облачными сервисами

Облачные вычисления

Достижения в области сетевых технологий, пропускной способности, управления ресурсами и технологий виртуализации привели к моделям услуг, в том числе предоставлению вычислительных услуг в качестве сервиса. Облачное вычисление, «облако», включает поставщиков облачных услуг (провайдеров): тех, кто предлагает сервисы, предоставление и управление набора технических ресурсов для арендаторов: тех, кто использует облачные сервисы, взаимодействуя с провайдером напрямую. Бизнес-модель провайдеров в основном заключается в достижении экономии за счет масштаба путем совместного использования ресурсов между арендаторами, когда арендаторы получают выгоду, получив возможность платить только за необходимые им ресурсы, тем самым избавляясь от дорогостоящей начальной базы, и возможность получить гибкость сервисов – быстро расширять и/или сокращать ресурсы в ответ на изменение спроса – и в более общем плане, улучшить доступ к системам хранения и вычислительным услугам. Конечный пользователь системы может взаимодействовать с провайдером облачных сервисов либо напрямую или косвенно через предоставляемые арендатором услуги.

Предоставление облачных сервисов в основном делится на три главных вида: инфраструктура как сервис (*Infrastructure as a Service (IaaS)*), платформа как сервис (*Platform as a Service (PaaS)*) и программное обеспечение как сервис (*Software as a Service (SaaS)*). В *IaaS* провайдер облачного сервиса отвечает за управление сетью, аппаратным обеспечением и гипервизор (управляющая программа ОС). Провайдеры сервиса *PaaS* предоставляют дополнительно управляемую им ОС и окружение прикладных программ. Провайдеры сервиса *SaaS* управляют всем от имени арендатора, включая приложение. Появляются и другие виды, такие как сеть, сервис (*Network as a Service*), брокеры как сервис (*Brokers as a Service*), датчики как сервис (*Sensors as a Service*), хотя большинство из них обращают внимание на предоставление конкретной части из состава сервисов, а не на платформу большего размера.

Также часто облачные системы делят на частные и системы общего пользования. Наиболее распространенные – это облака общего пользования, где провайдеры облачных сервисов разделяют ресурсы (аппаратное обеспечение или возможно ПО, такие как базы данных) между арендаторами. Используются виртуальные машины (ВМ) или контейнеры для обеспечения разделения между арендаторами и их ресурсами. Облако общего пользования дает преимущества с точки зрения экономии объемов ресурсов и представляет наибольший интерес, наиболее активно развивается. В частных облачных моделях арендаторам дается выделенный (неразделенный) набор ресурсов. Такая модель является аналогом внутреннего управления, давая арендаторам больше контроля и повышенное чувство безопасности. Гибридные облака получают характеристики обеих вышеуказанных моделей, где некоторые ресурсы (на-

пример, потенциально конфиденциальные данные) могут быть обработаны в частном облаке, а другие данные – в облаках общего пользования. Данные и вычислительные процессы могут переводиться между двумя видами облаков: когда и где это необходимо, например, при масштабировании и аналитике.

К примеру, в Великобритании существует национальная служба по регистрации рака (*NCRS*) [4], которая хранит медицинские записи, связанные с раком в закрытых дата-центрах в соответствии с государственными нормам по обеспечению конфиденциальности пациентов. Пациенты могут просматривать свои данные, но только через государственные веб-порталы. *NCRS* предоставляет наборы данных для медицинских исследований, но при передаче конфиденциальных данных, имеющих личностный характер, эти данные должны быть обезличены до покидания закрытого облака. Требуется тщательная проверка для достижения анонимности и процесса миграции данных.

Эффективное применение облака

для «Интернет вещей» с поддержкой облака

Термин «Интернет вещей» имеет много понятий, часто используется в ряде технических контекстов для затрагивания очень конкретных проблем, таких как особенности беспроводной связи (радио), сенсорные сети, связь между машинами (*machine-to-machine*), взаимодействие человека/окружающей среды и техники и т. д. В рамках данной работы «Интернет вещей» рассматривается с точки зрения поддержки более широкого обзора всепроникающего и глобального вычисления, где весь комплекс сенсоров, устройств, приложений, систем, серверов, облачных технологий (почти всего) может взаимодействовать для реализации некой функциональности.

Различные коммуникационные и более низкоуровневые сети управления датчиками были разработаны для конкретных целей. Первые работы в этой области часто напоминали выгрузку вычислений и данных на «сервер». В дальнейшем было замечено, что «сервер» был заменен «облаком», и сейчас наблюдается много решений «Интернет вещей», которые тесно интегрированы с облачными сервисами. Например, недавний опрос показал, что среди 38 опрошенных платформ «Интернет вещей» 33 из них используют облако или другие централизованные сервисы [5].

Существуют веские причины использования облачных сервисов для поддержки «Интернет вещей». С точки зрения общего обеспечения ресурсами:

- облачные сервисы работают всегда (включены) и глобально доступны, поэтому «вещи» могут быть расположены где угодно, быть передвижными, могут передавать различные данные в разное время;
- облачные сервисы построены с учетом возможности быстрого масштабирования, что идеально подходит «Интернет вещам», в которых многие «вещи» могут взаимодействовать с разной скоростью передачи данных в различное время;
- они помогают управлять ограничениями в ресурсах; многие «вещи» будут ограничены в части

вычислительной мощности, аккумуляторе, емкости запоминающего устройства и т. д. Возможность передать некоторые из этих нагрузок облаку поможет смягчить эти ограничения.

Кроме того, облачные сервисы могут легко работать с множеством «вещей». Облачные сервисы могут быть использованы в качестве связующего звена между разными «вещами», чтобы позволить:

1) широкомасштабный обмен данными;

2) при необходимости управлять и контролировать целым рядом различных «вещей».

Использование облака для поддержки «Интернет вещей» естественным образом предоставляет управление различными «вещами». Это позволяет потокам данных и управлению (например, в политике, в вопросах координации) расширяться горизонтально, работая с широким кругом «вещей». Это очень важно для более ясного видения «Интернет вещей», которые делают возможными повсеместные вычисления в более общем смысле. Действительно, все это ведет к проявлению свойств «больших данных», предоставляя средства для адаптации, персонализации, и автоматизированным/разумным действиям в различных приложениях, «вещах» и физических средах [6].

Взаимодействия «Интернет вещей» с поддержкой облачных решений

Провайдер облака предлагает сервисы и инфраструктуру для хранения данных, вычислений и т. д. Модель сервисов может быть *IaaS*, *PaaS* или *SaaS*, в зависимости от конкретных предложений сервисов и требований. Для *IaaS* или *PaaS* арендаторами могут быть приложения, обслуживающие множество различных «вещей» и, поэтому конечные пользователи также могут быть арендаторами, например, для самостоятельно записывающихся данных пользователя.

Как рассматривалось выше, для эффективного использования всех возможностей «Интернет вещей» необходима возможность обмена данными между многими приложениями, например, горизонтально, между «вещами». Разработчики разных систем должны взаимодействовать и при необходимости совместно разрабатывать программные средства [7]. Это не предусматривалось многими существующими системами «Интернет вещей», разработанными как временные сервисы в закрытых и/или ограниченных областях применения (например, изолированные системы). Также провайдерами сервисов не учитывалось взаимодействие приложений; строгое разграничение (выделение) приложений было их главной целью, достигнутой через технологии выделения арендаторов (например, виртуальные машины и контейнеры).

Примером более широкого подхода является концепция «умного города», где появляются данные о местном погодном условии, заполненности автостоянок, заторах автомобильных дорог, месторасположении автобуса, загрязнении окружающей среды, использовании зданий и др. Этот подход заключается в том, чтобы сделать доступными такие разнооб-

разные данные с помощью размещенных в облаке платформ для разработки (закрытых или общедоступных) сервисов на их основе. Для этого данные должны обмениваться, а аналитики работать над целым рядом источников данных, репозиториями и «вещами». Например, могут быть сервисы, совместно анализирующие данные, и выдаваемые аварийные сигналы, например, при экстремальных погодных условиях и/или при заторе автомобильных дорог аварийно-спасательные службы должны быть направлены на место происшествия аварии.

Безопасная связь при доступе к облаку

Связь поддерживает взаимодействия между «вещами» и облаком. Реализуется двусторонний поток информации. Данные могут передаваться от «вещей» к облаку для хранения или аналитики. Облако также может выступать в роли посредника и/или канала передачи, через который данные (включая команды датчиков) передаются «вещам». В отдельности или в совокупности многие данные будут конфиденциальными. Поэтому важно, чтобы связь была защищена, и доступ пользователя к облачным сервисам находился под строгим контролем.

Причины для защиты соединения:

1. Секретность: предотвращение подслушивания и утечки данных.

2. Целостность: защита данных от искажения/помех.

Следует отметить, что здесь не рассматривается связь внутри подсистем, скорее, говорится о связях, относящихся к взаимодействию «вещей» с облачными сервисами. Коммуникационные технологии: безопасная связь необходима для предотвращения несанкционированного доступа к данным (или метаданным), которые могут быть конфиденциальными. Протокол защиты транспортного уровня (*Transport Layer Security – TLS*) [8] использует криптографию для установления безопасного канала передачи, которая защищает передаваемые данные (включая метаданные, такие как состояние протокола, которая не допускает сторонние каналы) как от подслушивания, так и утечки данных. *TLS* использует модель на основе сертификата, полагаясь на инфраструктуру открытых ключей и центры сертификации для аутентификации.

TLS – распространенный элемент в списке предложений провайдеров облачных услуг и может быть использован для защиты конфиденциальности и целостности связей между «вещами» и провайдером облака.

Кроме *TLS* существуют и другие механизмы защиты связи «вещь» – облако. Приложения могут зашифровать данные, и защитить их не только в процессе передачи, но и вне этого процесса. Обмен секретных данных влечет за собой требования к управлению и проектированию.

Например, оценивалось, что последняя ошибка в широко используемом криптографическом программном обеспечении *OpenSSL* оставила 24–55 % конечных узлов, защищенных *TSL/SSL*, открытыми

для атак. Нужно обратить дополнительное внимание и пересмотреть более новые схемы и имплементации, разрабатываемые в настоящее время для поддержки «Интернет вещей», особенно те, которые не были тщательно изучены и разработаны.

Выводы

В данной работе были рассмотрены особенности «Интернет вещей», облачные сервисы и взаимодействие «Интернет вещей» с облачными сервисами. В последнее время уделяется большое внимание этим технологиям и концепции, т. к. в них специалисты в области информационных технологий видят значительный потенциал. Вездесущее применение «Интернет вещей» вместе с облачными сервисами может значительно облегчить управление данными и их хранение. Однако не стоит забывать о безопасности таких систем, о защите конфиденциальности информации, т. к. вопросы безопасности являются наиболее важными и наименее решенными в этой концепции вычислительной сети физических предметов.

Библиографические ссылки

1. Миддлтон П., Кэлдсен П., Туллы Й. Forecast: The Internet of Things, Worldwide // Gartner. – 2013.
2. The Internet of Things: Making sense of the next megatrend / С. Янковски [et al] // Goldman Sachs. – 2014.
3. Занелла А. «Интернет вещей» для умных городов // IEEE Internet of Things. – 2014. – Т. 1. – № 1.
4. National Cancer Registration and Analysis Service (NCRAS) // Сайт правительства Великобритании. – URL: <https://www.gov.uk/guidance/national-cancer-registration-and-analysis-service-ncras> (дата обращения: 21.05.2018).
5. A Gap Analysis of Internet-of-Things Platforms / Й. Минерауд [et al]. – Arxiv, 2015. – URL: <http://arxiv.org/abs/1502.01181> (дата обращения: 08.05.2018).
6. Enabling Smart Cloud Services Through Remote Sensing: An Internet of Everything Enabler / С. Абделвахаб [et al] // Internet of Things Journal. – 2014. – Т. 1. № 3.
7. Смирнов С. В., Селетков Д. С. Управление версиями проекта интернет-магазина несколькими разработчиками // Социально-экономическое управление: теория и практика. – 2018. – № 1 (32). – С. 62–64.
8. Диркс Т. и Аллен К. The TLS Protocol Version 1.0 // IETF, Tech. Rep. – 1999.

D. E. Doceuchaev, Post-graduate
N. T. Yunusov, Student
Kalashnikov Izhevsk State Technical University

CLOUD FOR INTERNET OF THINGS

The paper considers such conceptions and technologies as Internet of Things and Cloud, describes benefits of their application separately and opportunities, offered by integration and joint use of these technologies. We propose reasons and arguments for using cloud services to support the effective functioning of the “Internet of things”. These arguments are aimed at facilitating decision-making during the development of embedded systems. To date, both the global and the Russian market of “Internet of things” is in a state of rapid development and growth.

Keywords: Internet of Things, cloud computing, security, distributed systems, cloud computing models.