



ОТ IoT К IoAT: «ИНТЕРНЕТ АВТОНОМНЫХ ВЕЩЕЙ»

ТОМ КИЛИ (ТОМ KEELEY)

В будущем устройства «Интернета автономных вещей» (IoAT) смогут использовать технологию KEEL (knowledge-enhanced electronic logic — электронная логика, улучшенная знаниями), т. е. получать информацию от других устройств или облачных сервисов и принимать участие в решениях, для которых они никогда не были предназначены.

Следующее поколение устройств «Интернета вещей» (Internet of Things, IoT) будет обладать нужной компетентностью, для того чтобы обеспечивать адаптивное оперативное управление, а не только передачу информации для обработки на более высокий уровень. Быстрому внедрению этих возможностей в небольшие и недорогие устройства будет способствовать технология KEEL. Популярная концепция «больших данных» (big data) заключается в том,

что все устройства вырабатывают информацию, которая потребляется системой более высокого уровня. Однако существует и другая точка зрения.

Предположим, что какой-то контроллер управляет устройствами, многие из которых могут взять на себя новые обязанности. Gartner Inc. прогнозирует, что в 2016 г. в мире будет насчитываться около 6,4 млрд подключаемых устройств, а к 2020 г. их количество составит

21 млрд. Вместо того чтобы просто вырабатывать данные, эти устройства, вероятно, смогут взять на себя дополнительные функции: потреблять информацию от других устройств (и облачных сервисов) и принимать участие в решениях, для которых они никогда не были предназначены.

НЕ ТОЛЬКО СБОР ДАННЫХ

Основная цель сбора данных обычно заключается в принятии лучшего

решения. Прогнозы с их использованием могут подготовить системы к будущему, выявляя изменения или осуществляя какой-нибудь вид управления. Можно сказать, что данные собираются с целью управления поведением системы. Бытует мнение, что, поскольку задачи становятся все более сложными, для их обработки обязательно нужны высокопроизводительные процессоры, а для интерпретации сложных наборов данных необходимо участие человека.

Другим распространенным мнением о больших данных является то, что большая часть обработки информации будет осуществляться посредством поиска данных по шаблону в большом массиве данных, собранных в течение долгого времени. Эта точка зрения основана на том, что мы должны позволить данным управлять принятием решений.

Люди, некоторое время наблюдающие за развитием «Интернета вещей», приходят к выводу, что в этой технологии нет ничего действительно нового. Распределенное управление, а также диспетчерское управление и сбор данных (SCADA) используются в области промышленной автоматизации на протяжении уже многих лет.

Все началось с «разделения времени» (англ. Timesharing) и «кластерных вычислений». Это термины, связанные с распределенными вычислениями, которые часто используются для определения технологии, включающей в себя получение входных сигналов, обработку данных и распространение информации, необходимой для управляющих воздействий или выходных данных. Эволюция этой технологии, которая привела к возникновению «Интернета вещей», была обусловлена коммодитизацией¹ и перераспределением ресурсов.

Коммодитизация вычислительной мощности в микроконтроллерах, связанная с недорогой средой разработки, снизила стоимость обработки информации. Это также коммодитизировало связь с ориентированными на потребителя сетями и протоколами, которые обеспечили инфраструктуру для новых устройств, участвующих в более сложных применениях. Кроме того, устройства на основе микроэлектромеханических систем

(МЭМС) снизили стоимость датчиков и исполнительных механизмов.

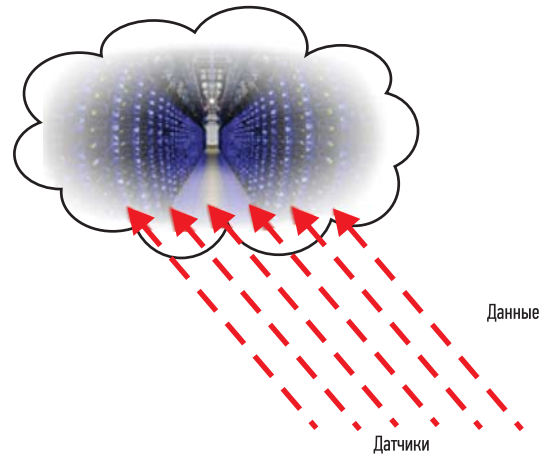
РЕШЕНИЯ ПО УПРАВЛЕНИЮ НА ОСНОВЕ ОБЛАЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Решения по управлению на основе облачной технологии помогают компаниям централизовать обработку информации, что позволяет им управлять своими распределенными системами.

Однако в такой ситуации всегда есть «но». Иногда случаются неприятности. Положив все яйца в «облачную корзину» в открытой сети, многие компании подвергают себя определенному риску. Новый рынок сетевой безопасности, дублирования каналов связи и шифрования данных обозначил риски и предполагаемые патчи, чтобы защитить пользователей от этих проблем.

Если система может быть взломана, она будет взломана. И если система может сломаться, она сломается. И произойдет это в самое неподходящее время.

Рассмотрим такую аналогию: что если есть еще одна Земля, «Земля 1», и на ней живет только один человек? Этот единственный человек мог бы иметь миллиард щупальцев, связанных с миллиардом инструментов. Земля 1 может действовать так же, как и Земля, возможно, даже лучше, поскольку, гипотетически, единственный мозг Земли 1 может лучше разрешать конфликты между своими щупальцами и инструментами (рис. 1). Однако если на Земле 1 возникнут проблемы и некоторые щупальца будут потеряны,



то и их функциями никто не сможет заняться. И если Земля 1 забудет, как обрабатывать всю эту информацию, она будет мертва.

Сравните это с нашей Землей, населенной миллиардами людей. У каждого человека есть мозг, который имеет свои собственные датчики и исполнительные механизмы (рис. 2). Наша Земля не зависит от какого-либо одного канала связи. Кроме того, она не зависит от одного человека. Наша Земля выигрывает из-за того, что группы людей работают вместе и люди могут перераспределяться между этими группами, чтобы решать различные задачи. Также полезно то, что отдельные люди способны продолжать работать, даже когда нарушаются каналы связи, и они могут понять, что делать, если один из их инструментов будет сломан или потерян. Также люди способны реагировать на повреждение

РИС. 1. ▲ IoT запрашивает информацию в облаке, чтобы решить, что делать дальше

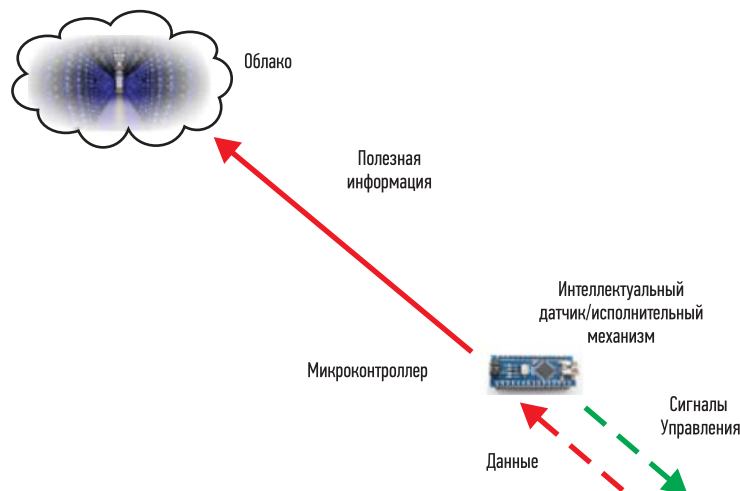


РИС. 2. ◀ Интернет автономных вещей позволяет устройству предоставлять облаку полезные данные

¹ Превращение в общедоступный, широко распространенный товар.

IoT-устройства станут источниками информации; возможно, периферийные устройства также должны рассматриваться и в качестве потребителей информации.

других людей, а также распределять приоритеты: они знают, когда нужно выйти за рамки возложенных на них задач для решения более важного вопроса. Кроме того, люди способны адаптироваться к ситуации (рис. 3).

Другой характеристикой людей является их возможность отказаться от «опыта». Опыт — это больше, чем способность следовать правилам. Опыт — это способность к рассуждениям, которые позволяют людям взвешивать альтернативы. Они понимают, когда нужно перераспределить внимание, если случается нечто неожиданное. Человеческие суждения и рассуждения используются для решения более сложных взаимосвязанных проблем, которые порождают противоречащие друг другу цели (т. е. решения тактических краткосрочных задач и в то же время учета более долгосрочных стратегических целей).

СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ IoT

Основной принцип современного этапа развития IoT заключается в том, что IoT-устройства становятся источниками информации. Однако, возможно, периферийные устройства также должны рассматриваться в качестве потребителей информации (используя нашу человеческую модель). Тогда появится возможность расширить роль исполнительных устройств и какие-то вещи выполнять на месте,

независимо от главного компьютера, обрабатывающего информацию.

Таким образом пользователи смогут избежать различных рисков, связанных с задержками передачи информации и распределенными вычислениями. Попробуем представить, как будет отличаться работа устройств «Интернета автономных вещей» от обычных IoT-устройств.

IoT: «ИНТЕРНЕТ АВТОНОМНЫХ ВЕЩЕЙ»

Поскольку сейчас существует обилие источников информации, распределенных по всей Земле, возможно, в скором времени произойдет рост в области распределенных инструментов. Весьма вероятно, что будут созданы более интеллектуальные исполнительные механизмы.

Исходя из этого возможны следующие сценарии.

1. Исполнительные механизмы будут объединяться с местными источниками информации (так же, как это делают люди). На рынке начнут появляться инфраструктуры для микросетей.
2. Исполнительные механизмы станут потребителями информации (как люди).
3. Исполнительные механизмы будут находить свои собственные источники информации помимо тех, которые непосредственно к ним подсоединены (так же, как люди собирают информацию из ближайших источников, а также используют свои органы чувств для принятия решений и выполнения действий).
4. Исполнительные механизмы будут работать вместе для реше-

ния задач, если потеряют связь со своим управляющим устройством в иерархии команд (как люди, которые работают сообща в чрезвычайных ситуациях).

5. Более интеллектуальные автономные/полуавтономные устройства смогут распознавать незапланированные ситуации и реагировать в соответствии с директивами, определенными человеком (как люди следуют правилам взаимности и принципам деятельности, которые были определены заранее). Это позволит устройствам решать задачи, с которыми они раньше никогда не сталкивались.
6. При работе устройств в команде могут возникать проблемы во время работы. Эти самоорганизующиеся устройства будут способны реагировать в режиме реального времени (коллективно адаптироваться), чтобы измениться и решить проблему.

Даже когда эти IoT-устройства, работающие в команде, столкнутся с проблемами, с которыми они не могут справиться, они смогут передать актуальные данные выше по информационной иерархии (если у них есть канал связи). Они даже смогут использовать свой собственный встроенный опыт, чтобы найти альтернативные варианты связи.

Думайте об этих новых IoT-устройствах как об объектах, которые могут работать либо независимо друг от друга, либо в виде самоорганизующихся объектов, действующих в команде для решения задач, на которые они никогда не были запрограммированы.

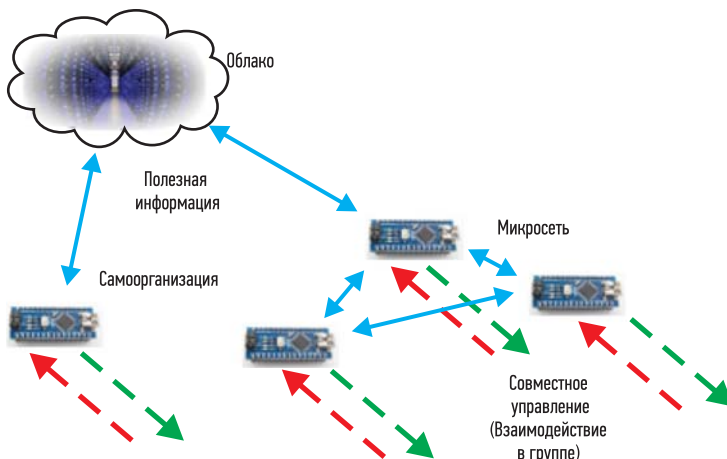
Можно предположить, что наибольшей популярностью IoT-устройства будут пользоваться в системах безопасности, домашней и промышленной автоматизации, здравоохранении, транспорте, сельском хозяйстве и военных применениях. Персональные, финансовые и обеспечивающие безопасность приложения скорее всего будут играть в мире IoT ведущую роль в виде персонализированных программных агентов.

ЧТО ПРЕПЯТСТВУЕТ РАЗВИТИЮ IoT?

Поскольку эта технология находится на начальном этапе развития, ей препятствуют некоторые факторы.

Рынок хобби взорвался с появлением беспилотных летательных

РИС. 3. ► Распределенные знания и опыт позволяют устройствам в зависимости от ситуации либо сотрудничать в пределах микросети (справа), либо действовать самостоятельно (слева)



аппаратов. Хотя многие из этих устройств до сих пор имеют дистанционное управление, они также могут обладать значительной вычислительной мощностью. У беспилотника может быть GPS, датчики кре-на, тангажа и рысканья, альтиметр, компас, видеоканал, беспроводное сетевое соединение, датчик заряда аккумулятора, датчики крутящего момента и логика обратной связи двигателя. Платформы бывают различных размеров и демонстрируют всю возможную производительность (с подключением), доступную в коммерческом пространстве (т. е. коммодитизированную). Таким образом, вычислительная мощность препятствием не является.

С тех пор как Интернет стал легко доступен, возможности подключения к нему также не являются препятствием. Безопасность обмена данными через Wi-Fi и Bluetooth продолжит повышаться. Дальнейшее развитие Интернета, вполне вероятно, будет связано с микросетями самостоятельных узлов (peer-to-peer) и двусторонними соединениями. Потребители и рынок хобби будут это продвигать. Также локально подключенные устройства будут иметь возможность обрабатывать различные структуры обмена сообщениями (двусторонние соединения, связь между самостоятельными узлами и широковещательная передача сообщений).

Нужно учитывать и исполнительные механизмы IoAT, которые станут новым рынком для многих игроков. Они будут инструментами и «руками» (конечным звеном) IoAT-устройств, а их основной функцией будет реагирование на угрозы и появление возможностей. Изначально они могут управляться дистанционно, но в конце концов смогут самоорганизовываться и действовать коллективно (в команде). Они станут для людей помощниками, которые всегда начеку, всегда выполняют свою работу, всегда готовы ответить на новые угрозы и распознать новые возможности.

Есть и еще одно важное препятствие — необходимость иметь возможность загрузить человеческие навыки рассуждений в небольшие и недорогие IoAT-устройства. Речь идет об опыте, подобном человеческому, который позволит этим устройствам решать сложные проблемы, исторически бывшие под силу только людям.

Однако воспроизводить человеческий мозг в этих устройствах не нужно, все-таки это машины с ограниченным набором возможностей. Необходимо только, чтобы они были способны рассмотреть альтернативные варианты того, как они могут использовать свои возможности в различных ситуациях. Мы просто должны дать им способность размышлять в более абстрактной манере.

БИЗНЕС-СТИМУЛЫ

Место — это все. Датчики, машины, готовые устройства — все они занимают пространство. Добавляя новые возможности в то же самое пространство, пользователь повышает уровень сервиса. Компании, которые способны снабдить устройства способностью к рассуждениям, подобным человеческим, создадут для себя новые возможности и смогут использовать их для более эффективной работы. Это также может сделать предприятия более безопасными.

В автоматизированном производстве пользователь может повысить эффективность работы, если машины смогут контролировать и регулировать свои действия без зависимости от простых, статистических, предупредительных и обслуживающих процедур или операторов. Если машины смогут контролировать свою нагрузку, возраст, износ и предстоящую работу, они смогут указать диспетчеру, когда должно проводиться техническое обслуживание во избежание сбоев системы, или просигнализировать о потенциальных значительных рисках.

Рассмотрим некоторые бизнес-стимулы для тех, кто заинтересован в использовании IoAT-устройств.

1. Новые возможности:
 - сокращение ошибок оператора за счет автоматизации;
 - автоматизация принятия решений в областях, где работа человека невозможна (из-за размера или риска);
 - предоставление людям возможности командовать собственной «армией» устройств (усиление возможностей человека);
 - непрерывное предоставление данных, необходимых людям для анализа.
2. Обеспечение способности своих программ и устройств к суждениям и рассуждениям, что позволит

Локализованная обработка: принятие решений ближе к источнику позволит решить незначительные проблемы до того, как они станут серьезными.

легче их использовать, обучать, проверять и объяснять.

3. Обеспечение решения, которое может быть применено в очень недорогих устройствах без значительного увеличения затрат.
4. Обеспечение более безопасной среды, т. е. исключение риска для людей и сокращение ошибок в оценке, возникающих из-за человеческого фактора.
5. Обеспечение на 100% объяснимого и проверяемого поведения:
 - для обеспечения безопасности критически важных систем;
 - для понимания пользователем причин событий;
 - для того чтобы пользователь смог сосредоточиться на создании лучших систем.

Рынок IoT-решений будет продолжать развиваться. IoAT-устройства будут обрабатывать информацию ближе к источнику, чтобы ответить на вопросы:

- Что это значит?
- Что можно сделать и как?
- Кто может помочь?
- Кому нужно сказать, что нужно сделать в связи с данной ситуацией (обеспечив полезной информацией, а не просто данными)?
- Что еще нужно для решения этой ситуации (помимо того, что может сделать отдельное устройство)?

Принятие решений ближе к источнику позволит решить незначительные проблемы до того, как они станут серьезными. Эта локализованная обработка информации освобождает пользователя от многих проблем безопасности, которые могут возникнуть при централизованной обработке данных.

Поставщики IoAT-устройств будут конкурировать по таким параметрам, как адаптивность и правильность принятия решения этими устройствами.

Инструменты и технологии, которые позволят осуществить эти возможности, существуют уже сегодня. Все, что требуется от компаний, — это движение к открывающимся возможностям. ●