

IIoT С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

СЮЗАННА СПИНСАНТЕ (SUSANNA SPINSANTE)
ПЕРЕВОД: ВЛАДИМИР РЕНТЮК

При внедрении IIoT возникают уникальные задачи, которые влечет за собой использование сигналов от множества устройств в реальном времени. Для их решения требуется разрабатывать новые технологии обработки сигналов и информации — некоторые из них рассмотрены в данной статье.

В будущем для повышения эффективности не только отдельные производственные процессы, но и целые отрасли индустрии будут все больше полагаться на промышленный «Интернет вещей» (Industrial Internet of Things, IIoT).

Исследование, проведенное в 2016 г. сетью компаний PricewaterhouseCoopers, показало, что 33% ведущих промышленных и производственных компаний с высоким уровнем использования цифровых технологий считают, что к 2020 г. применение таких технологий повысится до 72%. В этом опросе приняли участие более 2000 компаний из 26 стран. Согласно его результатам, лидерами в инвестициях в этой области являются предприятия с вертикально интегрированными производственными связями (72%), компании в области разработки продуктов и инжиниринга (71%), а также в сфере абонентского доступа, в том числе по каналам продаж и маркетингу (68%).

Почти 72% опрошенных промышленных предприятий предсказывали, что использование аналитики данных улучшит их отношения с клиентами, а 35% компаний, принимающих европейский вариант IIoT, который мы называем «Индустрией 4.0», ожидало, что большее применение цифровых технологий приведет к росту их доходов более чем на 20% уже в течение следующих пяти лет. Эти результаты иллюстрируют все возрастающие надежды на то, что IIoT станет движущей силой третьей индустриально-инновационной волны.

Но что означает IIoT с точки зрения обработки сигналов и какие

связанные с этим проблемы нужно решить?

РОЛЬ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В IIoT

Концепция IIoT включает все основные характеристики парадигмы расчетов IoT, в том числе широкое использование самых разнообразных датчиков, сбор и анализ данных и реагирование на них. Эти функции активируются машинами, которые, можно сказать, разговаривают друг с другом по мере выполнения задач, причем делают это более эффективным способом, чем люди, действующие в одиночку. Межмашинная коммуникация, или взаимодействие M2M (Machine-to-Machine), поддерживает автономную связь между устройствами. Она обеспечивает автоматизацию совместной работы машин и интеллектуальную оптимизацию производственных процессов. Автономные возможности машин, поддерживаемых IIoT, достигают кульминации в киберфизических производственных системах (cyber-physical production systems, CPPS), для которых граница между физическим и цифровым миром становится все менее различимой.

Решающую роль в качестве активатора IIoT играет и обработка сигналов, несмотря на то, что она остается в тени других аспектов IIoT, таких как архитектура связи, сенсорные технологии и управление питанием. Современные подходы к компьютерному обучению будут поддерживать прогностические и предписывающие¹ аналитические решения, связывая между собой ранее собранные данные от интеллектуальных датчи-

ков, оборудования и других производственных активов. Такой подход облегчает создание средств для мониторинга состояния и диагностики отказов и направлен на повышение эффективности и сокращение времени простоя машин, оборудования, а также дорогостоящих производственных и технологических линий в целом. Предвидя аварийные ситуации, можно постоянно улучшать разработку и эффективность производства продуктов.

УПОР НА ИНДУСТРИЮ

Наиболее показательными секторами промышленности, на которые повлиял IIoT, являются серийное производство продукции в больших объемах, дискретное производство, коммунальные услуги и нефтегазовая сфера. Однако эти «индустриальные» приложения также имеют отношение к таким областям, как «умные» города и «умное» сельское хозяйство. Общая основа этих секторов — базовая интеграция между информационными технологиями (information technology, IT) и производственными (operation technology, OT), предоставляемыми IIoT.

По оценкам экспертов, к 2021 г. рынок IIoT достигнет объема в \$124 млрд. Судя по аналитическому отчету компании Ovum, в настоящее время наиболее заметные инвестиции поступают в такие индустриальные сферы, как производство, транспорт и коммунальные услуги. Однако уже появляются автомобильные и потребительские IoT-решения, а также специальные проекты «умных» городов с поддержкой «Интернета вещей». Типичные межотраслевые варианты использования IoT включают «умное» освещение и интеллектуальные решения

¹ Имеется в виду так называемая предписывающая аналитика, суть которой заключается в том, что она отвечает на вопрос «как это можно осуществить?». Представляет собой набор аналитических возможностей, определяющих предпочтительный курс действий путем расчета ожидаемых результатов и альтернативных вариантов решения. — Прим. пер.

для управления городским трафиком, интеллектуальные приложения для машин, мониторинг состояния, «умное» сельское хозяйство и здравоохранение. Эти тенденции, как ожидается, будут и дальше расти.

По мере того как информационные (ИТ) и производственные (ОТ) технологии объединяются, внедрение ИИТ позволяет использовать более инновационные подходы, основанные на конкретных требованиях клиентов. В результате появляются новые, порой совсем неожиданные источники получения доходов и бизнес-модели.

Тем не менее, несмотря на инновации и повышение осведомленности о возможности ИИТ, промышленный сектор полностью им не охвачен, и на это имеются следующие причины:

- поскольку устаревшие устройства нижнего уровня с длительным сроком эксплуатации, установленные непосредственно в цехах, не планируется обновлять в ближайшее время, то для достижения вездесущего ИИТ новые решения должны быть «придатками» к уже имеющемуся оборудованию;
- масштабирование вертикальных решений ИИТ вызывает проблемы;
- инженеры-проектировщики не могут внедрять непроверенные технологии.

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ

Даже на ранних этапах развития ИИТ уже использовался для

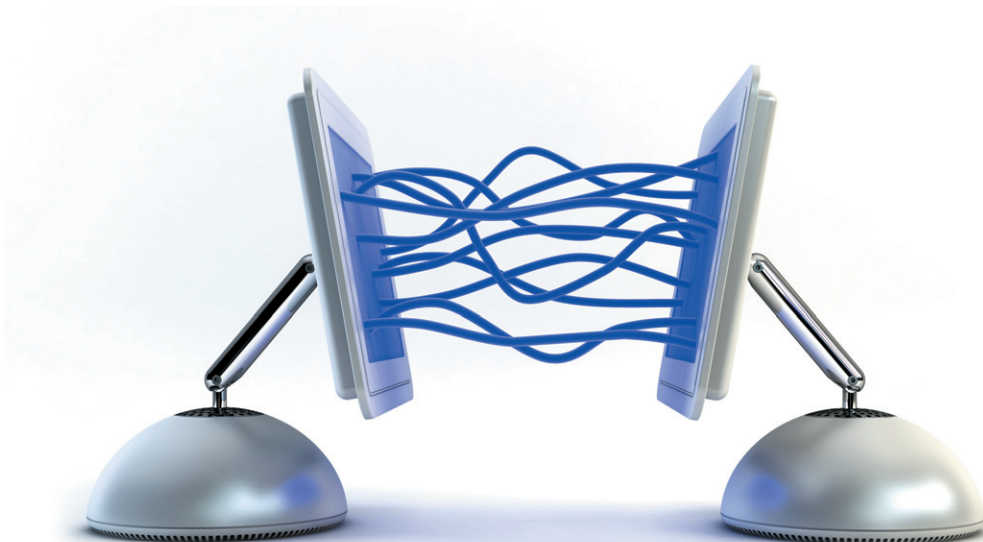
сокращения выбросов двуокиси углерода промышленными объектами и потребления ресурсов. Тем не менее сами системы ИИТ, включая разнообразные устройства с датчиками, обрабатывающими и коммуникационными возможностями, требуют значительного количества энергии, что может, в свою очередь, способствовать увеличению выброса парниковых газов. С другой стороны, такие системы обычно состоят из низковольтных устройств с батарейным питанием, что ограничивает время их непрерывной работы.

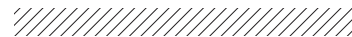
В области ИИТ сбор данных в значительной степени зависит от всего массива сенсорных узлов и интеллектуальных устройств. Оптимизированное считывание, обработка и связь между узлами ИИТ могут эффективно снизить общее потребление энергии. Являясь основой систем ИИТ, беспроводные сенсорные сети служат ключевым источником потребления энергии. Поэтому методы обработки сигналов, направленные на более эффективную радиопередачу, протоколы связи и использование общего радиопередающего ресурса становятся критически важными. Аналогичным образом, разработка эффективных алгоритмов управления питанием для систем и узлов, снабженных батареями, играет большую роль в том, чтобы обеспечить длительный непрерыв-

ный срок службы промышленной инфраструктуры.

Стоит также отметить то, что даже обработка мультимедийных сигналов способствует развитию ИИТ, несмотря на то, что эта технология довольно далека от данной области. Из мультимедийной обработки сигналов, в том числе в играх, можно взять много новых технологий. Так, применение расширенной и виртуальной реальности, трехмерных дисплеев и носимых устройств помогает обучать новых сотрудников, хотя такой подход полезен и тем, кто уже работает на заводе.

Из-за операционных ограничений в реальном времени такие приложения должны работать на высоких скоростях, а также с высокой точностью синхронной локализации пользователя в виртуальный сценарий, воспроизводящий завод. Кроме того, требуется высокая скорость ответной реакции — из-за очень короткой задержки между действием пользователя в виртуальном домене и его влиянием на реальное предприятие. Выполнение этих иммерсивных симуляций (с одновременным воздействием на человека посредством нескольких каналов восприятия) улучшает процесс обучения и помогает развить навыки для решения тех или иных непредвиденных ситуаций в рамках конкретного предприятия. Рабочие увереннее выполняют возложенные на них обязанности, а также принимают более эффективные





решения в чрезвычайных ситуациях. Среди приложений для моделирования также доступны тестирование и проверка нового программного обеспечения, а также поддержка миграции системы на другой технический уровень.

Сырые, еще не обработанные потоки сведений и данные в реальном времени, полученные от датчиков и конечных узлов сенсорных сетей, а также агрегированные данные из источников информации (таких как промежуточные системы и устройства) способствуют все большему применению роботов, которые могут предпринимать определенные действия в той или иной ситуации в конкретной среде. ПоТ становится своеобразным двигателем в использовании таких автономных устройств принятия решений. Такой «Интернет роботизированных вещей» уже реализован на больших складах и требует разработки экстремальных алгоритмов машинного обучения для поддержки интеллектуальных роботов, которые могут самостоятельно назначать задачи и операции и принимать необходимые решения.

Использование ПоТ в более широком контексте в итоге приведет к связанным экосистемам, которые смогут охватить цепочки поставок, заводы и всевозможные промышленные и коммерческие объекты, что при-

даст концепции расширенного предприятия новое значение.

ПЕРСПЕКТИВЫ В ОБЛАСТИ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ

Уникальные потребности обработки сигналов вытекают из самой экосистемы IoT. К ним относятся:

- надежное получение информации из сложных и неблагоприятных сред с использованием массива подключенных датчиков и распределенной обработки сигналов;
- передача и обработка данных с устройств с низким собственным энергопотреблением;
- сохранение конфиденциальности информации, которая разделяется подключенными устройствами.

В системах ПоТ передача данных и их совместное использование машинами в формате M2M имеют решающее значение для производительности всей системы в целом. Поэтому исследования, разработка и сбор информации в этой области вызывают все больший интерес, появляются новые стандарты и протоколы межмашинного взаимодействия, а также доступные модули для измерения и связи.

Однако из-за сложной структуры системы и неоднородности аппаратных и программных платформ повсеместный доступ к машинным данным и их совместное использование по-прежнему остаются насущ-

ными проблемами, требующими решения. Стандартный механизм обмена сообщениями, основанный на межплатформенных технологиях для поддержки связи между машинами, является важным фактором успеха автономных промышленных систем, с гарантией надлежащего качества собранных данных.

В апреле 2016 г. крупный американский банковский холдинг Morgan Stanley опубликовал результаты опроса, из которого видно, что безопасность данных и кибербезопасность — это весьма актуальные проблемы для организаций, построенных на возможности универсального сетевого взаимодействия (таких как промышленные приложения, поддерживаемые ПоТ). В этих средах в промышленных технологиях подключения обычно используются решения для гибридных и смешанных соединений, которые относятся к сетям сотовой связи и энергоэффективной сети дальнего радиуса действия². Все они требуют инновационных подходов к обеспечению безопасности данных и связи, причем стоящих далеко за пределами традиционных межсетевых экранов, применяемых в устаревших сетевых инфраструктурах. В этом контексте обработка сигналов помогает компаниям разрабатывать новые средства обеспечения безопасности, совместимые с ПоТ, на основе концепции распределенного бухгалтерского учета с использованием технологий распределенных реестров или эффективных и надежных математических прими-

² Имеется в виду Low-power Wide-area Network, LPWAN — беспроводная технология передачи небольших по объему данных на дальние расстояния, разработанная для распределенных сетей телеметрии, межмашинного взаимодействия и Интернета. — Прим. пер.

тивов, таких как, например, алгоритм на эллиптических кривых.

Несомненно, коммуникационные аспекты IoT будут развиваться все активнее. Новыми воплощениями взаимосвязи могут стать мобильные коллаборативные роботы, способные сотрудничать с людьми для выполнения сложных задач; носимые вычислительные платформы для промышленных сред; аддитивное производство (3D-печать); а также технологии IoT, которые способствуют повышению прозрачности цепочки поставок. В свою очередь, решения IoT будут поддерживать набор переживающих пору расцвета приложений, таких как мониторинг и отслеживание активов, интеллектуальные сети, цифровые нефтяные месторождения и «умные» здания — с изначальной ориентацией на управление их энергопотреблением.

ЭВОЛЮЦИЯ ПЕРИФЕРИЙНЫХ УСТРОЙСТВ

Граничные, или периферийные, устройства и интеллектуальные шлюзы также играют заметную роль в растущей инфраструктуре IoT. Эти

сетевые устройства будут использоваться для сбора, агрегации, фильтрации и ретрансляции данных, являясь непосредственными участниками промышленных процессов или находясь близко к производственным активам. Применяя встроенную аналитику и передовые алгоритмы машинного обучения, они в реальном времени обнаруживают аномалии функционирования того или иного оборудования и «общаются» с операторами. Поэтому развивающаяся тенденция заключается в том, чтобы перевести интеллект на край сети, ближе к источникам данных. Имеется также весьма перспективный вариант использования такого подхода в перераспределении вычислительных ресурсов и удаленной аналитики — например, когда невозможно запустить аналитику на облачной платформе или облачное решение просто недоступно.

В IoT периферия сети заполняется устройствами, в том числе встроенными системами, и гетерогенными коммуникационными технологиями, которые варьируются от Ethernet-соединений до беспроводных и сотовых шлюзов. Шлюзы с преобразованием информации,

обеспечивающие ее совместимость с новым протоколом, могут взаимодействовать с разрозненными сетями в рамках тенденции к интеграции между устройствами и облаком. При этом непосредственно компьютерная и потоковая аналитика будет использовать IoT для передачи этой информации в самые разные приложения, выполненные с применением искусственного интеллекта.

Несомненно, в ближайшие годы IoT будет доминировать в эволюции производства и индустрии в целом. Успешности этого развития будет способствовать дальнейшее исчезновение границы между физическим и цифровым мирами. Новые подходы помогут решить многие проблемы и открыть возможности — от курирования и обработки данных, современных и эффективных коммуникационных технологий до экстремальных алгоритмов машинного обучения. Сейчас важно, чтобы инженерное сообщество максимально содействовало исследованиям и инновациям в этой перспективной области, при этом учитывая важность обработки сигналов во всем ее многообразии. ●