

Про самолёты и мусорные баки в эпоху IoT

Юрий Широков

Облачные сервисы и искусственный интеллект на основе Интернета вещей постепенно входят в различные сферы нашей жизни. Это было бы невозможно без успехов в развитии инфраструктуры беспроводной передачи данных, а также в создании интеллектуальных беспроводных устройств, предназначенных для работы на переднем крае автоматизации. В статье приведены примеры удачных реализаций концепции IIoT.

ДОРОГА В ОБЛАКА

Воспользуйтесь самолётом, и спустя всего несколько часов он перенесёт вас за тысячи километров: воздушные лайнеры быстро доставляют людей почти в любую точку мира, именно поэтому путешествия над облаками становятся всё более и более популярными.

Международный аэропорт Франкфурта, 5 часов утра, многие пассажиры на борту ещё не совсем проснулись — это был долгий перелёт. Вчера они были в Шанхае, а сегодня вернулись на немецкую землю. Каждый день бесчисленные пассажиры быстро и легко путешествуют в другие страны и на далёкие континенты по делам или ради удовольствия. Никогда ещё самолётами не пользовалось такое множество людей, как в наши дни. Авиационная отрасль переживает бум (рис. 1). В крупных аэропортах мира огромные машины взлетают в воздух почти каждую секунду. Они несут пассажиров и их багаж во все уголки мира. Но люди выбирают полёты не только ради экономии времени: пассажирская авиация считается самым безопасным видом транспорта. Для поддержания безопасности полётов на высоком уровне требуется строго и регулярно контролировать самолёты. Даже самая крошечная деталь не имеет права на выход из строя, поскольку последствия отказа в воздухе могут быть фатальными. Это относится как к электронным компонентам, в изобилии установленным в современном самолёте, так и к отдельным частям общей конструкции летательных аппаратов.

Прежде чем стальная птица весом в несколько сотен тонн сможет поднять-



Рис. 1. Благодаря гражданской авиации сформировался огромный спрос на автоматизацию

ся в воздух, она должна быть изготовлена с величайшим инженерным мастерством и высочайшим уровнем точности. Для обеспечения необходимой для полёта самолёта подготовки должны быть соблюдены многие условия: безошибочно собранная конструкция, безупречное техническое состояние. Например, внешние трещины и вмятины могут привести к катастрофическим последствиям, поэтому их следует избегать любой ценой.

Отдельную проблему представляют собой огромные размеры самолёта: размах его крыльев может достигать многих десятков метров, а фюзеляж при этом ещё длиннее. О гигантских мощных двигателях (рис. 2) стоит упомянуть отдельно. Всё это делает даже сборку авиалайнера — процедуру, требующую

миллиметровой точности, чрезвычайно сложной задачей. Существенной поддержкой производителям самолётов и обслуживающему персоналу в плане правильной сборки и обслуживания могут стать технологии, способные сканировать геометрию столь крупных компонентов в целях контроля качества и проведения регулярных проверок. Инновационная технология сканирования компании Pepperl+Fuchs помогает обеспечить комфорт и безопасность эксплуатации самолётов.

Каждый винтик на своём месте

Pepperl+Fuchs предлагает подходящую для решения этой задачи технологию: комбинация нескольких 2D-датчиков LIDAR (сканирующий лазерный



Рис. 2. Двигатели авиалайнеров – это огромные и сложные конструкции



Рис. 3. Цифровой двойник авиалайнера помогает в его обслуживании

локатор) позволяет точно обмерять помещения для сборки и обслуживания, а также сам летательный аппарат и компоненты внутри него. Откалиброванные высокоточные датчики располагаются в разных местах для записи объектов под разными углами. Данные со всех 2D-сканеров LIDAR объединяются в трёхмерное облако точек, создавая цифровой двойник. Персонал может использовать это изображение, чтобы точно определить, как компоненты располагаются при сборке. Это полезно, когда машины и детали при сборке отдельных компонентов должны находиться в строго определённом положении. Но даже до того, как отдельные части самолёта объединяются, система на базе нескольких двумерных сканеров продолжает предоставлять производителям данные, необходимые для их производственных процессов. Например, нередки случаи, когда отдельные компоненты самолёта изготавливаются в разных местах: фюзеляж в Германии, а крылья во Франции или США. Чтобы обеспечить совместимость компонентов во время окончательной сборки, данные сканирования и полученное трёхмерное изображение можно в любое время сравнить с планами и моделями (рис. 3).

Данные, собранные из мультисенсорных систем, сразу же становятся доступными в стандартном формате в облаке NeoNeon, предоставляемом компанией Neosception – дочерней фирмой Pepperl+Fuchs. Это означает, что трёхмерное изображение самолёта или его отдельных частей доступно для обработки в любой точке мира. В контексте глобально распределённых производственных мощностей такое решение является безусловным преимуще-

ством. Теперь, например, производитель крыла может сравнивать дизайн своей продукции с общим планом изделия. На заводах, где производятся другие компоненты авиалайнера, также имеется доступ к результатам сканирования объектов и возможность использования трёхмерных данных для дальнейшей обработки с целью оптимизации производимых компонентов или даже формирования основы для собственного производства.

Перспективы технологии

Поскольку с помощью технологий автоматизации и инновационного программного обеспечения предстоит решить ещё множество задач в авиационной промышленности, компании Pepperl+Fuchs и Lufthansa Technik объединили свои компетенции в совместном предприятии 3D.aero GmbH. Целью этой новой компании является исследование, разработка и продажа инновационных решений для автоматизации авиационной промышленности. Кроме того, она будет работать над решениями для оцифровки и на других производствах. Штаб-квартира компании находится в техническом центре ZAL в Гамбурге-Финкенвердере, одном из крупнейших и самых современных авиационных исследовательских центров в мире. Это местоположение позволит 3D.aero наладить коммуникации с другими авиационными компаниями. Помимо решений для промышленности и автоматизации производства 3D.aero также предложит свои оптические измерительные приборы и технологии для цифровой инспекции и обработки изображений и сопутствующих консультационных услуг. Компания будет работать как современный стартап с

молодой командой, состоящей в основном из сотрудников Pepperl+Fuchs и выпускников Института технологии производства самолётов в Гамбургском технологическом университете. Для Pepperl+Fuchs это ещё одна веха в стратегии расширения. Благодаря этому совместному предприятию в тесном сотрудничестве с Lufthansa Technik Pepperl+Fuchs теперь может применить свой многолетний опыт в области промышленной автоматизации в авиационной промышленности. Сотрудничество позволит развивать стратегии Индустрии 4.0 и использовать новые наработки и ноу-хау для создания других процессов и продуктов. Хотя 3D.aero была основана в рамках конкретного проекта в подразделении Engine Services, она тем не менее будет обслуживать все подразделения Lufthansa Technik, а также запросы других компаний в авиационной отрасли.

То, что хорошо работает в авиастроении, вполне может оказаться полезным и во многих других применениях. Интеллектуальные мультисенсорные системы с технологией сканирования от Pepperl+Fuchs могут сканировать и оцифровывать не только большие компоненты и целые помещения, но и мелкие объекты, машины и даже людей. Трёхмерные облака накопленных точек данных сразу же будут доступны для дальнейшей обработки через NeoNeon Cloud по всему миру и могут использоваться непосредственно на производстве, даже при штучном изготовлении продукции. Это позволяет компаниям, работающим в различных сферах бизнеса, оптимизировать использование оборудования и производственных мощностей, а также гибко реализовывать пожелания и требования клиентов.



Рис. 4. Гейдельберг, как многие современные города, стремится к цифровизации

IoT и мусор

Исторический, живописный, интернациональный, сказочный и просто романтический. Все эти эпитеты обычно используются для описания Гейдельберга, города на северо-западе земли Баден-Вюртемберг в Германии (рис. 4). И теперь в этот список можно добавить ещё одно определение — умный. Дело в том, что, несмотря на удивительно живописный вид, Гейдельберг является довольно крупным городом со всеми сопутствующими инфраструктурными и административными услугами. В интересах своих 160 000 жителей и почти 12 миллионов посетителей в год город признаёт необходимость развития интеллектуальных технологий для создания цифрового подхода к городским услугам.

Профессор Эккарт Вюрцнер, мэр Гейдельберга, поставил чёткую цель добиться уровня развития, при котором городская цифровая инфраструктура станет неотъемлемым компонентом государственных услуг, так же как это реализовано для учёта потребления энергоресурсов — электричества, газа или воды. В 2017 году была создана организация, предназначенная для развития цифровой инфраструктуры в рамках концепции Интернета вещей, — Digital-Agentur Heidelberg GmbH (Цифровое агентство Гейдельберга). Организация активно работает с партнёрами из исследовательских и деловых кругов, реализуя различные городские проекты.

С целью отбора, анализа и оценки наиболее привлекательных приложений для интеллектуальных городов Digital-Agentur тесно сотрудничала со специалистами SAP Digital Business

Services. Совместно обсуждались различные сценарии внедрения новых технологий, а их сложность и выполнимость анализировались творческим центром SAP AppHaus в Гейдельберге.

Недавно агентство решило запустить пилотный проект по оцифровке одного из аспектов службы управления отходами. Если бы было возможно получать данные об уровне заполнения мусорных контейнеров для накопления отходов, это позволило бы планировать маршруты городских автомобилей для сбора отходов гораздо эффективнее. Решение задачи принесёт пользу жителям, городу и компаниям по управлению отходами. Если сотрудники компании по управлению отходами смогут выбирать более эффективные маршруты, они сэкономят время и оптимизируют амортизацию своих транспортных средств. Заранее спланированный процесс может быть реализован с большей точностью, и город Гейдельберг и его жители получат таким образом выгоду от сбора отходов по требованию, снижения уровня шума и выбросов вредных газов, а также уменьшения количества переполненных мусорных контейнеров.

Ключ к успеху

Совместно работая над этим амбициозным проектом, Digital-Agentur и SAP Digital Business Services выбрали гибкий метод, типичный для инновационных проектов. Их подход к проекту характеризовался циклами итераций, основанными на принципе “Fail Early, Fail Often, Fail Cheap” («ранний провал, частый провал — дешёвый провал» — концепция, при которой стре-

мятся как можно раньше избавляться от тупиковых, не приносящих положительного результата направлений разработки). Для разработки решения по организации сбора данных о степени наполненности контейнеров с отходами потребовался квалифицированный эксперт в области сенсорных технологий, поэтому решено было обратиться к Pepperl+Fuchs. Данные от датчиков в контейнерах передаются в городской центр Гейдельберга через новую специально разработанную беспроводную сенсорную сеть. Компания Smart City Solutions GmbH, базирующаяся в Карлсруэ, также внесла свой вклад, основанный на практическом опыте интеграции приложений, ориентированных на конкретного поставщика. После того как данные через беспроводной канал собраны, прежде чем стать доступными для всех заинтересованных сторон, они обрабатываются и интерпретируются с использованием программных решений на основе SAP SE. Этот совместный проект иллюстрирует ставший возможным в бизнес-сообществе высокий уровень экспертизы технических решений IoT и наглядно демонстрирует, как многие компании могут работать вместе на благо города.

Взгляд внутрь мусорного бака

В настоящее время междисциплинарная группа экспертов проводит пробные заезды в различных местах, как в пределах Гейдельберга, так и в пригородах. Многие из местных жителей до сих пор не знают, что они косвенно помогают формировать цифровое будущее Гейдельберга, просто совершая свой обычный путь к мусорному баку. Сенсорное решение смонтировано в десяти контейнерах для отходов, но совершенно незаметно снаружи. Если вы, будучи заинтригованы этой идеей, попытаетесь найти на мусорном баке какую-то проводку, то будете разочарованы: технология полностью беспроводная, обеспечено питание от батареи. В основе решения для контейнеров сбора стеклянных отходов на переработку лежит специальный ультразвуковой датчик.

UCC*-50GK — это модульный ультразвуковой датчик, который был разработан для обеспечения его гибкой и простой интеграции в систему. В этом конкретном сценарии применения он комплектуется другими компонентами, выбранными специально для приложе-

ния интеллектуального управления отходами. В частности, в число компонентов, работающих совместно с UCC*-50GK, входят батарейный блок, энергоэффективный беспроводной модуль и прочный корпус. Pepperl+Fuchs называет это комплексное решение датчиком IoT.

В отличие от обычных промышленных датчиков UCC*-50GK был оптимизирован для использования непосредственно в ИТ-среде, поэтому коллеги Pepperl+Fuchs из Smart City Solutions в Карлсруэ в процессе интеграции датчика в приложение и в завершение процесса настройки оперируют в привычной для себя области. Они могут использовать весь свой опыт без необходимости уделять много времени программированию ПЛК. После настройки датчиков они получают возможность передавать данные через беспроводной модуль напрямую в облако IoT. Разработчики Pepperl+Fuchs предоставили своим коллегам в Smart City Solutions три специализированных интерфейса для интеграции ультразвуковых датчиков: шину LIN, UART и PWM.

Гибкость – не проблема

Интеграция датчиков была одним из многих факторов, которые компания

Pepperl+Fuchs как лидер рынка ультразвуковых датчиков должна была учитывать при разработке. Как выяснилось, внутренняя часть контейнера для сбора отходов преподнесла некоторые удивительные сюрпризы.

Быстро стало ясно, что решение должно быть способно к чрезвычайно надёжной работе и иметь степень защиты IP66/67. Для этого на преобразователь ультразвукового датчика наложили защитный чехол из ПТФЭ, что сделало его устойчивым к коррозионным химическим веществам, которые могут выделяться в контейнере для сбора отходов. Датчик работает в диапазоне температур окружающей среды $-25...+70^{\circ}\text{C}$, а встроенный в него элемент температурной компенсации предотвращает влияние колебаний температуры на измерения.

Кроме того, из-за непредсказуемости окружающей среды датчик должен был обеспечивать высокий уровень гибкости настроек. В результате работы команды проектировщиков создано решение с адаптивными измерительными профилями, которые позволяют датчику подстраиваться к преобладающим условиям и надёжно определять уровень заполнения контейнера всего за несколько измерительных циклов.

LoRa объединяет город

Уровни заполнения баков – это не единственное, что может обнаружить упомянутый датчик IoT. Всего в нём доступно восемь функций, включая определение координат GPS и измерение окружающей температуры. Все эти данные передаются в программные решения SAP для дальнейшего анализа посредством широкополосной глобальной сети LoRaWAN (Low-power Wide-area Network – энергоэффективная сеть широкого радиуса действия), специально разработанной для передачи потоков данных от датчиков, подобных тем, которые были применены в пилотном проекте по переработке стекла. Основным преимуществом этой стратегии является то, что сети LoRaWAN чрезвычайно энергоэффективны и экономичны в настройке и эксплуатации. Для работы сети достаточно одного шлюза или базовой станции, охватывающей огромную территорию города. Сравнение с обычной технологией Wi-Fi здесь просто нелепо, и данное преимущество делает LoRaWAN подходящим решением для приложений IoT, развёртываемых в общественных местах. Объём передаваемых данных в проекте невелик, так же как и потребление энергии подключённым конечным устройством. Благода-

Ультразвуковой датчик серии UCC*-50GK

Ультразвуковой датчик серии UCC*-50GK (рис. 5) разработан специально для сценариев применения, предполагающих наличие загрязнений, агрессивной среды, больших перепадов температур. Для измерения расстояния до цели UCC*-50GK использует принцип ультразвуковой эхолокации, а передаёт информацию через один из трёх своих выходов. Благодаря наличию выходов UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter), LIN-Bus (Local Interconnect Network) и PWM (Pulse-Width Modulation) датчик может быть интегрирован в любое инженерное приложение без участия ПЛК. Кроме того,

UCC*-50GK имеет режим энергосбережения и оптимизирован для работы от батареи.

Резьбовой дизайн корпуса позволяет устанавливать UCC*-50GK в замкнутых контейнерах, а предварительно сохранённые звуковые профили датчика позволяют пользователю выбирать ширину луча, подходящую для конкретного ограниченного пространства. Три доступные диаграммы направленности и настройка диапазона чувствительности до 4 м дают пользователям гибкость в адаптации к пространственным ограничениям. Режим энергосбережения и функция работы в режиме ожидания позволяют увеличить время ав-

тономной работы. Степень защиты оболочки IP66/67 даёт возможность применять датчик во множестве приложений, а защитная мембрана из политетрафторэтилена (ПТФЭ) предотвращает прилипание загрязняющих веществ к датчику. Это позволяет использовать его в суровых условиях окружающей среды при наличии влаги, грязи, песка или зерна. Кроме того, допустимый диапазон рабочих температур датчика $-25...+70^{\circ}\text{C}$ и встроенная система температурной компенсации обеспечивают надёжность его функционирования и позволяют применять его как внутри помещений, так и снаружи. ■



Рис. 5. Ультразвуковой датчик Pepperl+Fuchs серии UCC*-50GK (слева) и модификация для установки в мусорных контейнерах (справа)



Рис. 6. Вид интерфейса оператора SAP Waste and Recycling

ря LoRaWAN и технологиям интеллектуального управления питанием (режим энергосбережения и спящий режим) датчик IoT компании Pepperl+Fuchs на практике может работать без технического обслуживания или замены батареи годами.

Мусор и облачные технологии

Облачное IoT-решение SAP Connected Goods получает данные из сети LoRaWAN. Оно специально сконфигурировано для использования группой планирования утилизации отходов из AVR Kommunal GmbH. Для этой компании работа с продуктами SAP не нова: AVR является давним клиентом SAP и уже использует решение SAP Waste and Recycling.

Пользовательский дисплей обеспечивает чётко структурированный интерфейс панели управления (рис. 6). После того как отходы загружены в контейнер, SAP Connected Goods отображает уровень его заполнения в процентах, а данные GPS позволяют видеть точное местоположение каждого контейнера на карте. Благодаря интеграции технологии в отраслевое решение SAP по утилизации и переработке отходов специалисты компании могут разработать правила, определяющие, когда контейнер для сбора стеклянных отходов на переработку считается заполненным, и автоматически организовать логистику быстрой доставки контейнера в место утилизации отходов. Это означает, что маршруты, по которым будут переме-

щаться перевозчики отходов, могут определяться динамически на основе текущих потребностей.

ПО SAP Connected Goods также позволяет идентифицировать и оценивать тренды и пиковое время использования контейнеров, так как каждое измерение имеет временную отметку. Например, если конкретный контейнер для переработки стекла имеет тенденцию переполняться по субботам из-за регулярного проведения в данном районе спортивного мероприятия, SAP Connected Goods делится этой информацией, чтобы компании по управлению отходами могли предпринять необходимые действия. Имеющий прочную конструкцию и усовершенствованную функциональность датчик IoT от Pepperl+Fuchs обеспечивает надёжность и безопасность всем процессам переработки отходов. Например, если в контейнере произошёл пожар, встроенный датчик температуры сразу же обнаружит его: SAP Connected Goods позволяет задавать соответствующие предельные значения температуры и автоматически отправлять сигналы тревоги заранее определённым контактным лицам в случае выхода температуры внутри контейнера за заданные пределы. Система также отображает состояние батареи датчика и указывает на возможные неисправности.

Перспектива очевидна

Команда проекта со стороны SAP разработала первые прототипы для

приложения в течение трёх месяцев. Предпосылки обеспечения экологичного цифрового будущего для Гейдельберга хороши во многих отношениях, и работа над следующими этапами проекта идёт полным ходом. После завершения тестирования команда проекта оценит полученные результаты и сделает выводы, а затем они будут предоставлены различным заинтересованным службам всего города.

Подобные решения IoT демонстрируют, что в будущем станет возможным объединять в сеть через беспроводные и проводные датчики и другие контейнеры, например пресс-контейнеры, и делать их IoT-совместимыми. Сгенерированные данные могут предоставляться различным подразделениям цифрового города и будут доступными для поставщиков различных услуг.

В компании Pepperl+Fuchs также с нетерпением ожидают следующих шагов по развитию проекта. Будучи партнёром по реализации сенсорных технологий, компания Pepperl+Fuchs играет ключевую роль в обеспечении успеха этого интеллектуального решения IoT.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Pepperl+Fuchs является одной из ведущих компаний в области промышленных датчиков и взрывозащищённого оборудования. Основанная как семейный бизнес в 1945 году, на сегодняшний день она имеет 40 дочерних компаний и представлена на 6 континентах. Штаб-квартира в Мангейме является центром технической экспертизы компании. Именно здесь инженеры и специалисты исследуют и разрабатывают новейшие технологии и продукты. Глобальное присутствие позволяет Pepperl+Fuchs сочетать высочайшие технические стандарты с рентабельным эффективным производством.

Эта статья иллюстрирует универсальность применения продукции компании, достигаемую за счёт её высокого качества и хорошей функциональности.

Постоянные читатели журнала «СТА» наверняка смогли оценить перспективы внедрения компонентов и технологий Pepperl+Fuchs в проектах AIoT и Индустрии 4.0: это и авионика, и промышленное производство, и сфера ЖКХ, и нефтегазовая отрасль, и многое другое. ●

Статья подготовлена по материалам компании Pepperl+Fuchs



Новые технологии надёжности

Волоконно-оптические измерительные системы



OBSGW-100 — датчики для контроля напряжённо-деформированного состояния объектов

OBLG — экстензометры с измерительной базой до 1,5 м для любых поверхностей

OBDI — датчики для измерения структурной деформации или относительного смещения

OBVI — инклинометры для высокоточных измерений угла наклона

Преимущества перед электрической системой

- Нечувствительность к электромагнитным помехам
- Устойчивость к коррозии
- Взрывобезопасные системы (применение светового сигнала вместо электрического)
- Использование до 15 датчиков в одной измерительной линии суммарной длиной до 4 км

