

Роль систем машинного зрения в концепции «Промышленность 4.0»

Сфера автоматизации производства в настоящее время претерпевает серьезные изменения в связи с развитием концепции «Промышленность 4.0». Объединение в сеть всех систем в архитектуре «умного предприятия» играет особенно важную роль. Это также относится к системам машинного зрения, которые уже выступают критическим компонентом систем в современном производстве. В связи с этим технические инновации и новые стандарты, в частности машинный язык OPC Unified Architecture (OPC UA), открывают новые интересные возможности. Новые подходы предлагают огромный потенциал для эффективной и интеллектуальной организации производства, в рамках которой множество подсистем, включая системы машинного зрения, объединяются друг с другом.

Содержание

1. Введение	1
2. Современная организация промышленных сетей	2
3. Системы машинного зрения	2
4. Архитектура «умного предприятия» в концепции «Промышленность 4.0»	3
5. OPC Unified Architecture (OPC UA)	3
6. Архитектура промышленных сетей на базе OPC UA	4
7. Резюме	4

1. Введение

На протяжении нескольких лет реализуется множество проектов и инициатив по переводу производственных и промышленных предприятий на цифровые технологии. В Германии и Европе в этом контексте часто используется термин «Промышленность 4.0», который объединяет различные аспекты этой тенденции, в том числе:

- сетевое взаимодействие устройств, которое получило название Интернета вещей (IoT) или промышленного Интернета вещей (IIoT);
- цифровые модели реальности (понятие цифрового двойника);
- работа с большими объемами данных («большими данными») для независимого принятия решения системами (на основе глубокого обучения или искусственного интеллекта).

Все эти аспекты являются комплексными, и связанные с ними понятия определения еще не окончательно устоялись — их разработка продолжается непрерывно. Очевидно, что компьютерное зрение также будет играть ключевую роль в концепции «Промышленность 4.0».

На рис. 1 представлены различные аспекты концепции «Промышленность 4.0».

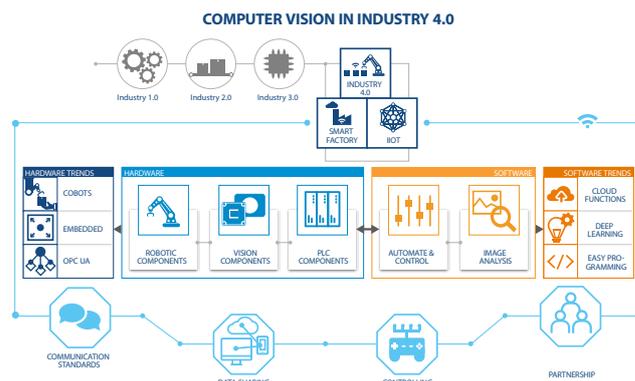


Рис. 1. Аспекты концепции «Промышленность 4.0».

По всему миру реализуются параллельные проекты, такие как стратегическая инициатива «Сделано в Китае 2025», которая также нацелена на интеграцию информационных технологий в промышленное производство.

Понятие «умное предприятие» используется, когда речь идет именно об автоматизации предприятий и создании интеллектуальных сетей этого назначения. Основой проектирования «умного предприятия» выступает «совокупность знаний», включающая в себя процессы и данные. Для сбора данных, как правило, используются датчики. Среди таких датчиков системы машинного зрения и камеры, которыми они оснащены, являются одними из наиболее важных компонентов. Однако данные датчиков должны быть подготовлены и пригодны для использования множеством других систем и компонентов, чтобы они могли служить основанием для выполнения процессов, посредством которых принимаются решения. Именно таким образом рождается «ум» «умного предприятия».

Но каким именно образом взаимодействуют подсистемы в архитектуре «умного предприятия»? Давайте рассмотрим, как взаимодействие реализовано на сегодняшний день.



Рис. 2. Схематическое представление уровней производства

2. Классическая организация промышленных сетей

В настоящее время большинство производственных предприятий автоматизированы и все их оборудование объединено в сеть. Такая сеть, как правило, проектируется на основе промышленных протоколов связи. Отличительная особенность промышленной сети заключается в том, что в ней множество устройств, в частности датчиков и исполнительных механизмов, подключаются с использованием одних и тех же кабелей передачи данных к средству автоматизации (например, к управляющей системе, такой как программируемый логический контроллер — ПЛК). Это означает, что для соединения всего двух узлов уже не требуется отдельный кабель. Большинство современных промышленных сетей реализованы на базе стандарта Ethernet с поддержкой режима реального времени. Такая архитектура сети предлагает ряд преимуществ: с одной стороны, стандарт Ethernet широко распространен, что означает доступность дополнительных компонентов, таких как кабели, коммутаторы и другое оборудование. С другой стороны, стандарт Ethernet допускает использовать кабели большой длины, что имеет решающее значение в производственной среде, поскольку отдельные компоненты системы могут располагаться на расстоянии друг от друга. Существенным недостатком промышленных сетей является проприетарная сетевая архитектура, которая все еще повсеместно используется в настоящее время. Проблема заключается в том, что даже системы, основанные на стандарте Ethernet с поддержкой функционирования в режиме реального времени существенно различаются и, следовательно, не обязательно совместимы друг с другом. Известными и широко распространенными являются промышленные сети EtherCAT, Ethernet Powerlink и Profinet.

Кроме того, промышленные сети не предлагают вовсе либо предлагают ограниченные возможности для семантического описания своих собственных функций, а также функций других комплексных систем. Как правило, это исключает непосредственное подключение к ним устройств без предварительной обработки данных или использования контроллера на промежуточном уровне.

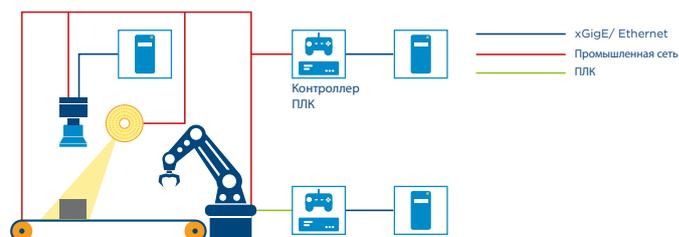


Рис. 3. Типичная архитектура промышленной сети

В реальной жизни центральным узлом в промышленной сети выступает управляющая система, например ПЛК, который контролирует все подсистемы и обрабатывает получаемые от них данные. Однако для управляющей системы требуется предварительная обработка данных. В результате в подсистемах, таких как система машинного зрения или роботизированная система, в свою очередь, должны быть предусмотрены собственные контроллеры или промышленные ПК (рис. 3). В результате множество систем и блоков анализа, включая промышленные ПК, оказываются интегрированными в общую промышленную сетевую архитектуру, а их подключение и координирование, таким образом, связано с большими сложностями. Кроме того, у каждой подсистемы обычно собственное программное обеспечение для управления и анализа, и они, как правило, только частично совместимы друг с другом, что также влечет значительные расходы на организацию взаимодействия.

3. Системы машинного зрения

Системы машинного зрения уже играют незаменимую роль в современных решениях для автоматизации производства. Как видно из схемы организации промышленной сети, система машинного зрения включает в себя следующие компоненты:

- Камера
- Объектив
- Кабели
- Освещение
- Хост-контроллеры (промышленные ПК) → используются в качестве блока управления и анализа при необходимости.

Учитывая, что промышленные сети проектируются в основном на базе стандарта Ethernet, необходимы камеры с интерфейсом GigE Vision (GEV), которые проще всего интегрировать в такую сеть. Такие камеры полностью совместимы с аппаратными компонентами Ethernet, из которых построена промышленная сеть, и предлагают те же преимущества, включая возможность использования кабелей большой длины. В децентрализованной системе (например, когда камера подвешена над рабочей зоной робота) две подсистемы — контроллер робота и монитор — могут располагаться на расстоянии более 10 м друг от друга, по причине чего невозможно использовать альтернативные интерфейсы, такие как USB. Еще одним преимуществом камер на основе стандарта GEV являются специальные функции, такие как поддержка протокола PTP (Precision Time Protocol), который позволяет синхронизировать несколько камер или систем с точностью до микросекунд. При этом, являясь по сути службой высокоточных меток времени, протокол PTP обеспечивает основу для дополнительных функций, таких как команды (запланированных) действий (также см. технический документ «Синхронный режим и режим реального времени: работа нескольких камер в сети GigE»). Только при наличии этих функций возможна синхронная съемка изображений несколькими камерами без дополнительного аппаратного триггера.

Однако вышеперечисленные проблемы сохраняются, а именно то, что система машинного зрения должна быть относительно независима и соединена со всеми другими системами, как аппаратно, так и программно. Альтернативным решением являются смарт-камеры, которые, как правило, оснащены встроенным источником света и даже предлагают предварительную обработку изображений на стороне камеры. Следовательно, они могут непосредственно подключаться к ПЛК и обмениваться с ним данными. Однако ввиду высокого уровня интеграции, у смарт-камер также немало недостатков. Прежде всего, выбор матрицы и оптической системы, как правило, ограничен, а предварительная обработка изображения сводится к простейшим процедурам. Другой недостаток заключается в том, что смарт-камеры пока не настолько стандартизированы, как камеры машинного зрения на основе GenICam, поэтому заказчику необходимо внимательно выбрать поставщика.

В концепции «Промышленность 4.0» многие из этих недостатков, по всей видимости, будут устранены.

4. Архитектура «умного предприятия» в концепции «Промышленность 4.0»

Архитектура «умного предприятия» основана на совместимости, централизованном управлении и объединении всех компонентов в сеть. Число уровней в комплексных подсистемах сильно сокращается или сводится к нулю, тогда как совместимость позволяет значительно сэкономить ресурсы на интеграцию новых компонентов.

Важным условием такой совместимости является общий стандарт, общая интерпретация, или — в переносном смысле — язык, на основе которого взаимодействуют отдельные компоненты. Архитектура Open Platform Communication Unified Architecture (OPC UA) на сегодняшний день выступает перспективным стандартом, который предлагает прочную основу для решения задач, связанных с реализацией концепции «Промышленность 4.0», и продолжает непрерывно развиваться.

5. OPC Unified Architecture (OPC UA)

OPC UA — это стандарт, разработанный и регулируемый OPC Foundation. Многие известные производители систем автоматизации уже поддерживают и в настоящее время внедряют этот стандарт, который является инновационным стандартом передачи данных в промышленных сетях.

Этот стандарт характеризуется машиночитаемой семантической описательностью машинных данных. Он регулирует не только подготовку машинных данных (таких как данные датчиков и управляющих команд) и их передачу, но также интерфейсы между системами и механизмы обеспечения безопасности.

Эта архитектура предусматривает целый набор методов обмена данными. Связь между двумя устройствами реализуется на основе клиент-серверной архитектуры, а между одним и многими устройствами — по модели издатель-подписчик (Pub/Sub), что дает преимущества для эффективной организации сетевого взаимодействия. Этот стандарт применим как на самом нижнем (полевом) уровне, где находятся отдельные датчики и исполнительные механизмы, так и на уровнях абстрактной информации (управление ресурсами предприятия (ERP), контроль и сбор данных (SCADA) и т. д.), и даже на уровне облачных вычислений. Благодаря этому становится возможным не только горизонтальное объединение в сеть различных компонентов на одном уровне, но и вертикальное объединение в сеть всего производственного оборудования.

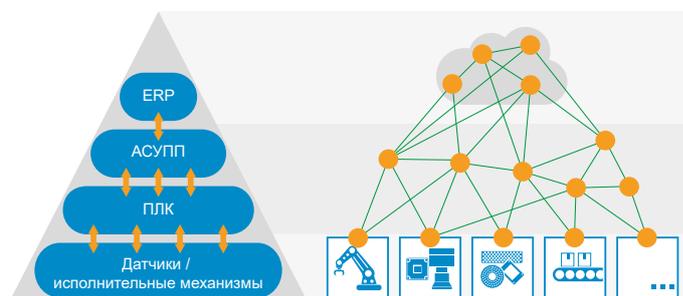


Рис. 4. Преимущества OPC UA в организации промышленных сетей

Чтобы успешно использовать такое абстрактное сетевое взаимодействие во всех сферах «умного предприятия», необходимы возможности работы в режиме реального времени. OPC UA уже предлагает ряд решений. Отправка сообщений Pub/Sub по протоколу UDP (User Datagram Protocol) или TSN (Time Sensitive Networking) делает возможной работу в режиме реального времени. Технология TSN, в частности, выступая расширением стандарта OPC UA (OPC UA TSN), предлагает широкие возможности применения в промышленных системах с поддержкой работы в режиме реального времени.

Модели разрабатываются с применением такого абстрактного или общего подхода, чтобы их можно было дополнять в дальнейшем новыми наборами правил (companion specifications) на основе существующего стандарта. Наборы правил расширяют стандарт OPC UA и делают возможным его применение в различных областях, например в робототехнике и системах машинного зрения. В этих двух важнейших в автоматизации производства областях в настоящее время разрабатываются новые наборы правил: OPC UA Vision определяет все свойства системы обработки изображений, что позволяет виртуально или в цифровом виде представить такую систему в модели данных. Эта модель содержит стандарты определения параметров и анализа результатов работы системы машинного зрения, а также заданных условий (конечная машина). Если определены правила взаимодействия, содержимое по сути может быть проприетарным. Это позволит отдельным производителям и далее предлагать уникальные решения, при этом гарантируя соответствие стандарту. Собственно передача изображений в сети OPC UA пока не реализована. Интеграция со стандартом TSN стала важной предпосылкой появления этой возможности, которая, вероятно, будет воплощена в реальность в среднесрочной перспективе.

6. Архитектура промышленных сетей на базе OPC UA

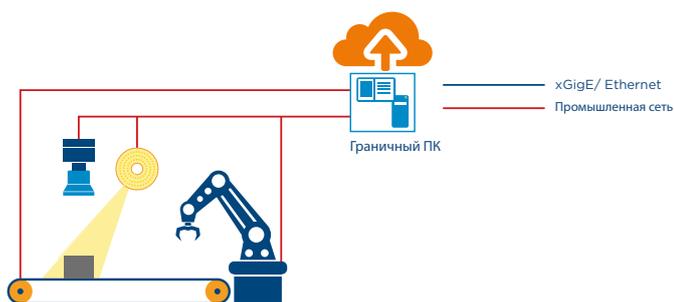


Рис. 5. Архитектура промышленной сети на базе OPC UA

Если все эти разработки взять за основу, то архитектура «умного предприятия» завтрашнего дня (рис. 5) значительно упростится по сравнению с предыдущей реализацией (рис. 3). Интерфейс центральной системы состоит из ПЛК или другого узла, который теперь содержит все подсистемы или их программное обеспечение. Этот центральный узел, в свою очередь, является интерфейсом для систем более высокого уровня, таких как ERP-системы и т. п. Путем перемещения систем более высокого уровня в облачные сервисы, этот интерфейс можно еще больше упростить, объединив все системы в одном месте.

В частности устраняется потребность в различных контроллерах на полевом уровне, поскольку в новой концепции они интегрируются в центральный блок управления. Также можно обойтись без разнообразных проприетарных разъемов, что значительно упрощает архитектуру. Как следствие, в архитектуре промышленной сети, представленной на рис. 5, можно без труда подключить конвейерную ленту и роботизированную систему, а также отдельные компоненты системы обработки изображений, такие как камера и источник света.

Чтобы добавить в такую систему возможности работы в режиме реального времени, взаимодействие между компонентами должно осуществляться по стандарту OPC UA при условии использования расширения TSN. Поддержка протокола RTP камерами уже составляет прочную основу для реализации этого подхода.

7. Резюме

Тенденции в развитии концепции «Промышленность 4.0», особенно архитектуры «умного предприятия», окажут значительное влияние на организацию промышленных сетей в будущем. Многие производственные предприятия на сегодняшний день уже автоматизированы и в действительности построены на интеллектуальных принципах. Однако они, как правило, включают в себя множество различных подсистем, состоящих из множества компонентов и блоков управления. Повсеместное использование проприетарной сетевой архитектуры сопряжено с большими сложностями, которых можно избежать.

Новый машинный язык OPC Unified Architecture предлагает возможности гораздо более простого соединения таких индивидуальных подсистем между собой в будущем, тем самым способствуя упрощению организации промышленной сети. Благодаря новым наборам правил (например, для систем машинного зрения или роботизированных систем), стандарт охватывает все большее число подсистем, что позволяет проектировать значительно более эффективные сети. В результате расширения стандарта OPC UA функциями TSN появились возможности работы в режиме реального времени, крайне необходимые на производственном предприятии. Они основаны на протоколах связи, таких как RTP, поддержка которых уже предусмотрена в камерах, и в будущем обеспечат не только установку параметров и анализ результатов, но также передачу изображений с камеры непосредственно на ПЛК или другие центральные блоки управления.

Эти разработки в скором времени позволят значительно усовершенствовать архитектуру «умного предприятия», а также упростить управление и в конечном итоге повысить безопасность и надежность.

Автор



Сёрен Бёге (Sören Böge)

Руководитель отдела управления продукцией «Универсальные камеры и жизненный цикл»

Сёрен Бёге отвечает за новую серию камеры Basler ace 2 и весь жизненный цикл предлагаемых в настоящий момент универсальных камер.

Получив степень в области организации промышленного производства, Сёрен на протяжении многих лет работал в автомобильной промышленности, исполняя обязанности руководителя проектов и старшего менеджера по продукции (измерительные системы). С 2015 года Сёрен Бёге отвечает за управление продукцией в компании Basler.

О компании Basler

Группа компаний Basler является ведущим производителем высококачественных камер и компонентов для различных областей, в том числе промышленности, медицины и контроля дорожного движения. В ассортименте Basler представлены линейные и матричные камеры в компактном корпусе, модули на базе камер в бескорпусном исполнении для встраиваемых систем и 3D-камеры. Широкий выбор камер дополняется простым в использовании yulon SDK и множеством аксессуаров, в том числе специально разработанных для Basler и поэтому идеально совместимых с камерами Basler. Опыт Basler в сфере технологий компьютерного зрения составляет 30 лет. Штат группы насчитывает около 800 сотрудников, занятых в главном офисе в Аренсбурге (Германия) и торговых филиалах, расположенных в Европе, Азии и Северной Америке.

Контактные данные

Сёрен Бёге — руководитель отдела управления продукцией

Тел. +49 4102 463 693

Факс +49 4102 463 46693

Эл. почта: soeren.boege@baslerweb.com

Basler AG

An der Strusbek 60-62

22926 Ahrensburg

Германия

Basler AG

Головной офис в Германии

Тел. +49 4102 463 500

Факс +49 4102 463 599

sales.europe@baslerweb.com

www.baslerweb.com

Basler, Inc.

США

Тел. +1 610 280 0171

Факс +1 610 280 7608

sales.usa@baslerweb.com

Basler Asia Pte Ltd.

Сингапур

Тел. +65 6367 1355

Факс +65 6367 1255

sales.asia@baslerweb.com