

Life Is On

Schneider
Electric
施耐德电气

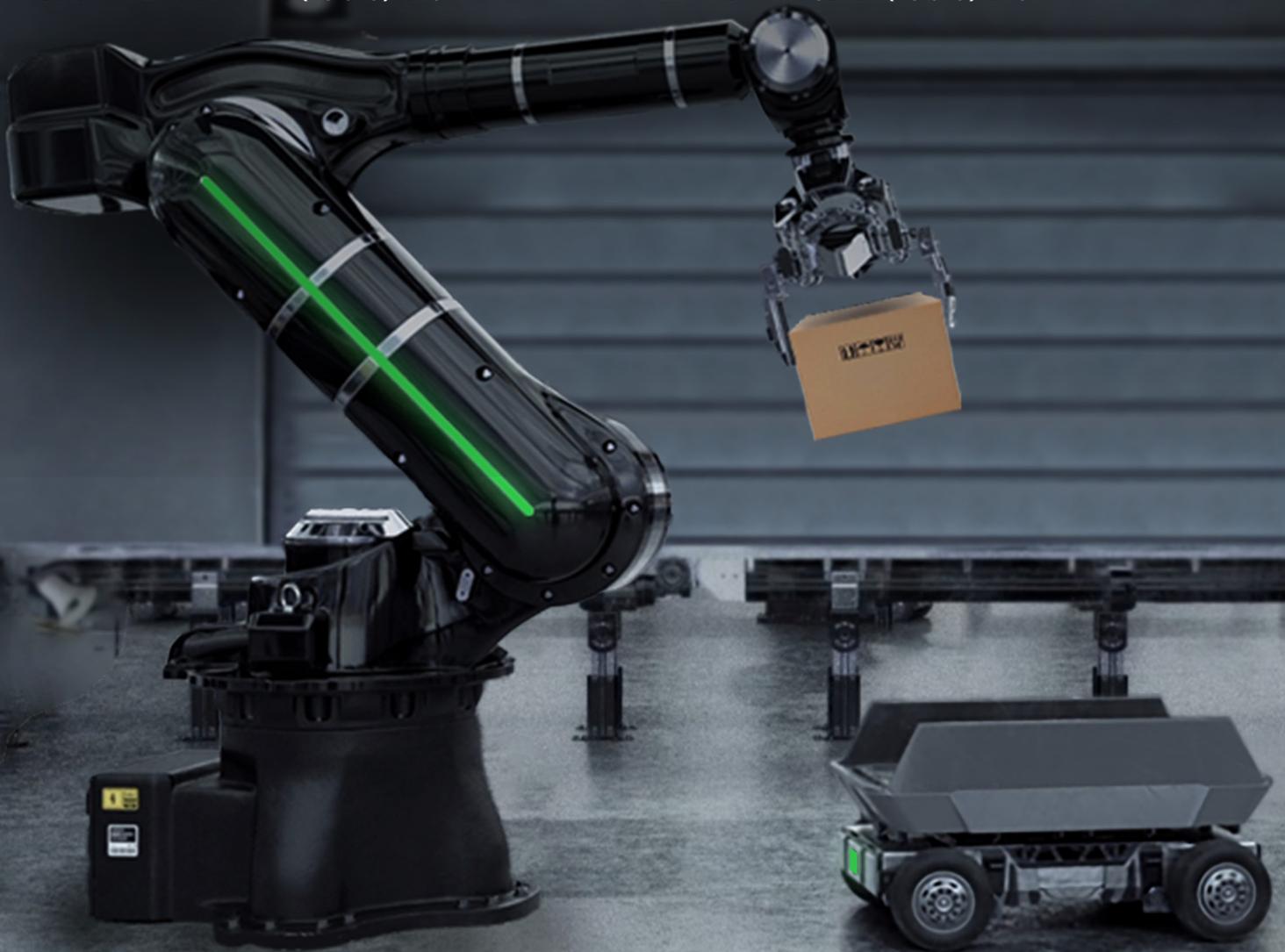


上海交通大学
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY

intel®

EcoStruxure 开放自动化平台 实现智能仓储应用案例

作者：施耐德电气(中国)有限公司 上海交通大学 英特尔(中国)有限公司



A woman wearing a blue hard hat and a yellow safety vest is looking at a tablet. The background is a blurred industrial setting with warm lights. Overlaid on the image are various digital graphics, including a world map, charts, and technical diagrams, suggesting a focus on industrial automation and data analysis.

摘要

本白皮书介绍了采用 IEC 61499 标准和最新工业自动化解决方案的应用案例和技术组件。IEC 61499 标准解决了如何确保系统可移植性、可配置性和跨供应商互操作性方面的问题，以及软件和硬件独立性方面的问题。IEC 61499 针对分布式信息及控制系统定义了一种高级系统设计语言。它突出了新兴工业自动化趋势的优势，能够构建新一代的开放式自动化系统，用以实现跨设计、部署和运行三个阶段的改善。本应用案例介绍了如何借助 EcoStruxure 开放自动化平台和 EcoStruxure 机器专家数字孪生软件使工程设计和系统运行变得更易于上手和维护。此外还阐述了这些新产品如何能够轻松地实现跨 IT 和 OT 系统的集成，从而获取优化运营所需的操作数据。

前言



引述: 戴文斌教授,
上海交通大学, 中国

IEC 61499标准——新一代开放式自动化系统的关键。

未来的自动化系统是什么样的? 我们先了解一下现有自动化系统在工程设计流程的整个生命周期内面临的问题。工业自动化系统开发的标准流程包含三个步骤: 设计、部署和运行。IEC 61499标准能够针对工程设计流程的每个阶段提供诸多裨益。

在设计阶段, 随着当今工业自动化系统规模和复杂性的不断提升, 工程师必须在设计流程的初始阶段投入大量精力将各个功能分配至不同的控制器中。随后需要对每个控制器进行编程, 控制器之间的信息交换必须手动建立。此外, 将使用IEC 61131-3编程语言编写的某些功能从一个控制器复用至另一个控制器也不够便捷。IEC 61499标准提供了一个系统层级的设计方法, 利用这种方法, 即使在硬件配置未知的情况下也可以完成全部功能。这样就实现了软件和硬件之间的弱耦合。在IEC 61499标准中, 所有代码必须压缩在一个名为功能块的编程组织单元(POU)中。与IEC 61131-3的功能块不同, IEC 61499的功能块由事件触发, 并且系统层级中无法放入额外代码。这些特有的功能块带有标准接口, 能够确保不同控制器之间的可复用性。

系统设计完毕后, 下一步就是将代码部署至分布式控制器, 以及对工业网络进行配置。如果使用现有的PLC, 这个过程会相当复杂。工程师必须将代码逐个下载到每个控制器中, 并随后单独配置网络。而借助最新引进的集成式开发环境, 这些工作能够自动完成。但是, 由于多个控制器来自不同的供应商, 此工作变得无法完成。此外, 部署计划在开发过程中时常更改。这就给工程师带来了额外的工作, 使其需要对逻辑进行转移并对系统进行重新配置。在IEC 61499的系统配置中, 针对所选目标设备的功能模块, 仅需点击一次即可实现部署更改。网络中功能块之间的连接能够通过网络配置自动建立。

工程师无需再对网络进行重新配置。这就实现了不同硬件平台和网络协议之间的可互操作性, 因为部署过程完全基于一种软件自定义的方法。

最后一点是, 当系统处于运行状态时, 在线修改代码通常十分困难。现有PLC所支持的在线编辑功能仅限于在运行状态下对一行或多行代码进行更新。但是, 如果要对包含POU、定义和配置在内的整个系统配置进行更改, 则依旧需要离线下载。对于大规模系统, 例如过程自动化和自动生产, 即使是数个月的系统停机也是不现实的。此外, 当发生硬件故障或软件崩溃时, 如果没有热冗余支持, 运行就无法恢复。对于现场工程师来说, 缺乏运行阶段的灵活性会使升级和维护工作变得异常困难。

IEC 61499标准提供了一种动态的配置更改机制, 能够在不影响正常运行的情况下对功能块和连接进行在线更新。IEC 61499系统配置中的每个元素和组件都可以重新配置至另一个控制器, 仅需向目标控制器发送管理命令即可。

IEC 61499标准仍然处于开发中, 下一个版本将会带来更多功能, 包括名称空间、简单功能块类型、功能块库管理等。更多信息技术正在被引进至IEC 61499标准之中, 包括使用Python或C#等高级编程语言编写功能块算法, 以及通过工业现场总线对网络协议进行汇集, 包括MQTT、WebSocket、HTTP等。IEC 61499标准还与新一代通信技术紧密关联, 例如TSN、Deterministic IP、5G等。Docker和Kubernetes也被应用至IEC 61499运行时, 为硬件设备提供通用的虚拟化环境。在不远的未来, 我们将会看到配有IEC 61499的新一代虚拟PLC和DCS。

随着边缘侧算力和通信能力的增强, IEC 61499标准将会在云端IT世界与边缘侧OT世界的互联中扮演更加重要的角色。借助智能硬件、灵活确定性网络以及虚拟IEC 61499软件环境, 未来的开放式自动化系统将会展现出在工业互联网方面的真正力量。

作者

施耐德电气

傅轶敏

设计师

智能物流解决方案

袁蕾

EAE产品经理

营销

Alexandre, Flory

EcoStruxure 开放自动化

平台发布总监

Sarah Knowles-Hall

全球营销发布战略经理

营销

Abdelmalec Medghoul

EAE OEM GTM开发项目

负责人

Alain Munoz

起重及物料输送应用项目

负责人

Shanghai Jiao Tong University

戴文斌教授,

上海交通大学

英特尔公司

朱晟伟

高级产品经理

工业物流及能源产品管理与营销推广

Tan Ben

总监

AI使能型供应链管理

Pisharody Greeshma

总工程师

Intel工业解决方案设计师

沈溢

高级产品经理

工业自动化控制软件产品管理与营销推广

王爱喜

高级解决方案设计师

工业解决方案设计师设计与推广

王斌

工业解决方案设计师

工业解决方案设计与开发

姚博远

AI软件解决方案工程师

计算机视野解决方案开发

袁成杰

软件赋能与优化工程师

计算机视野解决方案开发

迎接运营挑战

行业挑战

季节性需求峰值、不同库管单元 (SKU) 的需求多样性以及精准预报始终在给物流环境带来挑战。

除此之外还有以下方面的加速发展：

- 疫情时代的电子商务和无接触式购物体验
- 客户要求快速交付带来的压力，无论是企业对企业 (B2B)、企业对客户 (B2C)，还是内部物流。
- 可持续性考量和劳动力变化

无可避免地，大型仓库物流进一步面临着以下因素带来的地方特有挑战：

- 交通
- 不可预测的能耗
- 工人对自身薪酬、健康和安全的考量

技术挑战

多年来，机电系统一直主宰着技术解决方案。这些巨型系统——例如一个仓库内长达2.5英里的输送机——都是由可编程逻辑控制器 (PLC) 以及监视控制与数据采集 (SCADA) 标准系统控制的。

这两个系统及其生命周期是不易于管理的，因为它们的可互操作性差、设计工作量大，并且无法避免某些重复性操作任务（例如控制重型负载，可能导致原本可避免的健康和安全问题）。

转型策略

数字化解决方案的表现远远优于此模拟式的工作方法：

- 仓库管理系统 (WMS) 能够优化库存的实时位置，从而缩短拣选时间。经证实，此一项优势就足以值回安装成本。
- 机器人能够更加快速地定位、拣选和传送货物至拣选站点。无论是完全自动化或是半自动化，它都能缩短订单准备时间、减少对健康有害的操作任务。

这样就实现了一个基于软件的解决方案，它：

- 不受硬件的制约
- 能够在整个仓库范围集成
- 实现了数字孪生技术，用以简化维护、优化正常运行时间
- 更安全、更可靠，并且更具可持续性



图1.1

为什么选择EcoStruxure开放自动化平台和EcoStruxure机器专家数字孪生软件？

EcoStruxure开放自动化平台和EcoStruxure机器专家数字孪生软件能够为最终用户提供三项重要优势，帮助用户提高业务运行的效率和韧性。

1. 以软件为中心的自动化

在过去的十年，施耐德电气充分利用自身的全球设施，构建了基于施耐德电气自身技术平台的数字化资产，通过真实项目学习和证明其可靠性和灵活性，并在这个过程中不断打磨专业技术。

施耐德电气每年持续发布多个内部项目，以求对软件进行持续精炼。这些软件包括EcoStruxure机器专家数字孪生软件，以及人工智能、机器学习这样的高级应用。

2. 虚拟控制

此全系统仿真是通过EcoStruxure开放自动化平台（逻辑部分）和EcoStruxure机器专家数字孪生软件（3D建模，映射每个对应的IO）的协同工作实现的。借助由“货箱生成器”生成的货箱，施耐德电气能够虚拟地测试总产量并进行调试，如图1.2所示。我们称之为“数字孪生”。

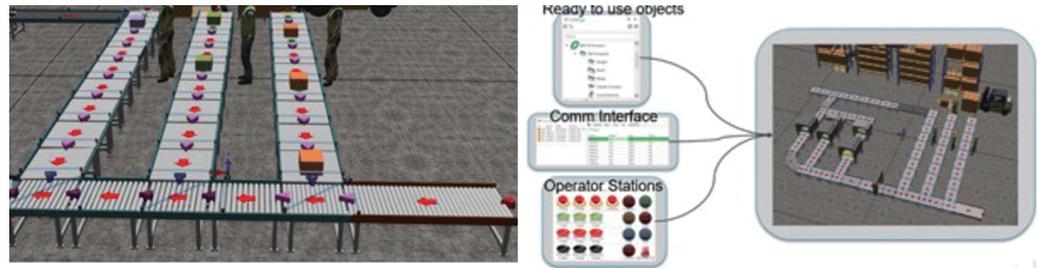


图1.2

数字孪生技术能够让运营假设的验证更加简单。例如，设计者能够监测总产量是否达到要求，如果未达到，原因是什么。

另一个例子是我们上海物流中心项目的部署。全球疫情封控造成了长期项目分配延误风险，但借助数字孪生，能够通过复制的虚拟环境实现远程调试。

此可视化能够减少近60%的现场工作时间，并消除至少70%的设计风险。

3. 硬件诊断

施耐德电气全球各个现场的设备 and 系统由不同的供应商提供，控制程序是基于自身的集成开发环境 (IDE) 进行开发的。处理这些代码对于现场维护工程师来说十分困难（不同的平台、黑匣子环境、大量无备注代码.....）。

此外，整个项目范围内使用了各种信息技术 (IT)，例如视觉识别、人工智能 (AI) 和机器学习 (ML)，最终用户很难组织起一个具备所有这些专业技术的维护团队。

在EcoStruxure开放自动化平台中，我们使用一个符合IEC 61499要求的一体化平台。

研发人员能够采用以资产为中心的方式进行开发，对这些机器或应用进行封装。这意味着维护工程师能够遵循一个从上到下的诊断工作流程，获得更佳的故障排查体验。

此外，借助此统一化平台，能够在施耐德电气内部建立维护团队之间的全球通用语言。

EcoStruxure开放自动化平台能够将我们的总体维护成本降低20%。

背景

中国上海物流中心是一个对于施耐德电气来说非常重要的地点。它为全中国数千家客户提供和分配自动化及工业控制产品。

此配送中心每天管理近30,000个SKU, 其中30%被送往尺寸、称重及扫描 (DWS) 分拣线。旧分拣线长度385米, 在有16名员工的情况下每小时最大处理量可达900箱。此项工作需要:

- 卸箱: 5名员工负责货盘装运、纸箱包装和绑带
- 装箱: 7名员工
- 质检: 2名员工
- 移交发运人: 2名员工

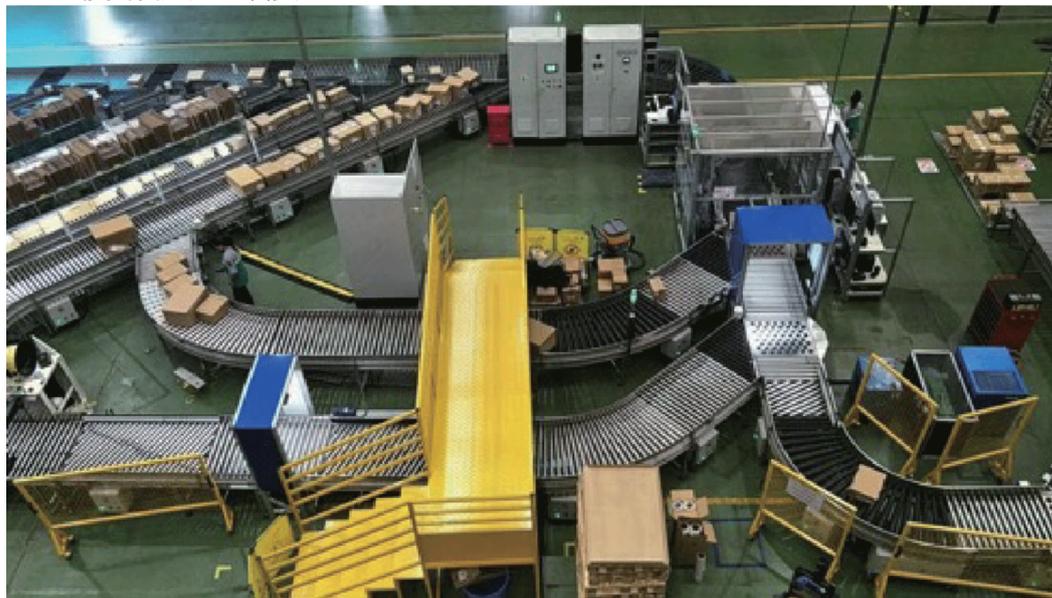


图2.1

点击观看视频: <https://www.youtube.com/watch?v=sRi0HLRBWFE>

此工作流程面临多项挑战:

劳动力

- DWS生产线上的工人过多
- 由于是机械重复性工作, 当前较难雇佣到工人

生产效率浪费

- 50%的满装纸箱需要经过DWS生产线
- 部分纸箱需要经过“不合格 (NG)”线两次

质量

- 缺乏自动质量检验方面的技术

维护

- 大量子系统使用供应商自有的IDE和代码
- 维护工程师难以管理多种技术
- 高度依赖供应商支持, 增大了运行停机风险

重复投资

- IT投资不集中——每个系统都有各自的IT设施。

挑战

施耐德电气需要一个集自动包装、绑带和质检 (QC) 功能于一身的全自动分拣线。以每小时900箱的效率运行, 该系统的产量对仓库的运行效能至关重要, 目的是提高:

- 库存精准度
- 质量
- 客户满意度

上海DC运营经理顾海根先生:

我们在2021年第二季度建造了新的DWS分拣生产线。预计投资回收期为2年, 我们还预期实现以下目标:

- 全面自动化
- 劳动量减少
- 高产
- 高效
- 数字化
- 展示样例

上海DC维护经理茆善晨先生:

我们希望自身的系统能够易于故障排查, 并且也易于启动和运行。我们希望能够培养自身的能力, 而不是依赖于供应商的响应速度。

施耐德电气EAE OEM GTM 开发项目负责人Abdelmalec Medghoul先生:

当今, 为工业应用 (例如输送设备) 制造机器设备的OEM正处在一个关键的岔路口。最终用户做出采购决策的方式已经被新的市场标准改变, 包括:

- 供应链不确定性
- 最终用户如何了解OEM的附加值
- IT与OT技术的融合

采用不依赖特定厂商的自动化系统EcoStruxure开放自动化平台, 是OEM满足最终用户需求的一个新选择。

它打开了机器相关服务的全新视角, 并实现更高水平的客户交互。

机器硬件差异化并非唯一目标, 软件和简单、开放的连接正在推动着最大潜力的独有商业价值。

此软件和服务方法得到了最终用户的青睐。它为最终用户提供了更高的灵活性, 使其不受硬件的牵制。最终用户可以将机器视为集成于其整个生产过程之中的即插即用型对象/资产。

EcoStruxure开放自动化平台具有原生IT/OT融合能力, 它采用软件自定义、不受品牌限制的虚拟自动化控制器, 并使用基于Linux的工业PC, 以提供:

- 边缘计算能力, 实现二级智能 (例如机器学习、预测性质量、预测性维护、RT OEE等)
- 高级在线服务和现场机器远程支持的开发机遇
- 利用相关机器进行系统性能的预测性分析

这对于获取IT团队资源的OEM来说会是一个潜在的规则改变因素。软硬件解耦的机器解决方案能够被最终用户视作一个对象。

EcoStruxure开放自动化平台提供了一个以资产为中心的途径, 促进了机器设计的数字化转型, 并同时提高其灵活性和性能。

- 应用开发更加高效
- 故障排查更快速
- 应用开发更灵活

OEM能够从EcoStruxure 开放自动化平台中获益:

- 便捷的IT/OT可互操作性——原生IT/OT可互操作性。IT软件应用能够轻松地与控制逻辑应用相结合, 无需专门进行编程。这同样适用于现场总线协议的轻松集成。
- “假设”场景生成——用于在机器的设计阶段构建虚拟自动化控制器并与数字孪生相结合。
- 远程监测——当虚拟机器经过仿真验证之后, 即可生成相关服务。

借助这样一种开放、不受硬件限制的环境, OEM能够完全规避受某一家机器供应商制约的风险。

它能够帮助OEM在与最终用户的关系中从供应商的角色转变为建议提供者的角色。

解决方案

项目被划分为三个步骤, 以确保增量得利的及时性和直接收益。

步骤1 – 于2022年第一季度实施, 安装自动化和机械系统, 为后续集成做准备。

步骤2 – 2022年第二季度, 针对基于机器学习的视觉技术、智能称重、仓库控制系统 (WCS) 和仓库管理系统 (WMS) 进行系统集成。

步骤3 – 2023年, 安装自动化托盘装运机。

整合后的生产线

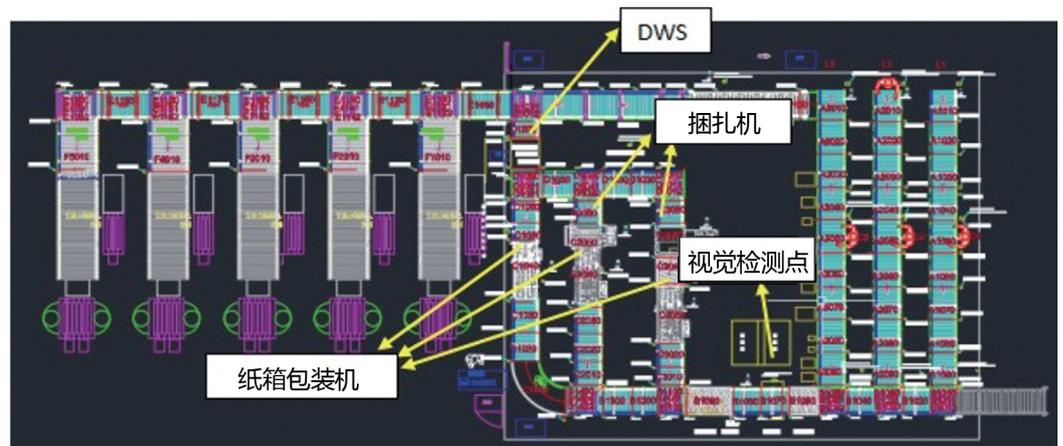


图 4.1

如图4.1中所示, 通过此全新生产线:

- 工人将货箱放置到三条进货线/进箱线上
- 货箱经过质检位置, 发现问题
- 货箱与控制相互融合, 实现单件式流程
- 货箱逐个经过视觉检测位置, 生成货箱的尺寸、形态和类型信息
- 在必要时进行形态调整, 确保货箱形态在进入纸箱包装机之前满足要求
- 货箱根据自身尺寸进入不同的线路
- 货箱根据自身类型进入不同的流程
- DWS位置累积
- DWS评估货箱通过检验或是“不合格”; 如果通过检验, 则货箱会得到一个装运站编号
- 货箱被分拣至对应的装运站
- 工人将货箱装上托盘

在我们进行仿真时,有4个影响性能的重要因素:

1. DWS——处理时间 $\leq 3.6\text{s}/\text{箱}$
2. 绑带机——绑带 $\leq 9\text{s}/\text{箱}$
3. 纸箱包装机——小型箱 $\leq 8\text{s}/\text{箱}$, 非小型箱 $\leq 15\text{s}/\text{箱}$
4. 视觉检测点——处理时间 $\leq 1\text{s}/\text{箱}$

7台不同的现场设备:

1. 输送分拣机
2. 运输台
3. 尺寸、称重及扫描 (DWS)
4. 纸箱包装机
5. 绑带机
6. 视野系统 (货箱分析器)
7. 气动调节装置 (货箱形态调整)

解决方案架构

我们的架构设计基于以下理念:

- 运营技术IT/OT融合, 易于整合
- 以资产/应用为指向, 易于复用
- 软硬件解耦, 升级或重建更加容易
- 面向智能物流的视觉增强技术

EcoStruxure开放自动化平台的选型如图4.2所示,它能够在突出OT优势的同时实现所需的IT集成。

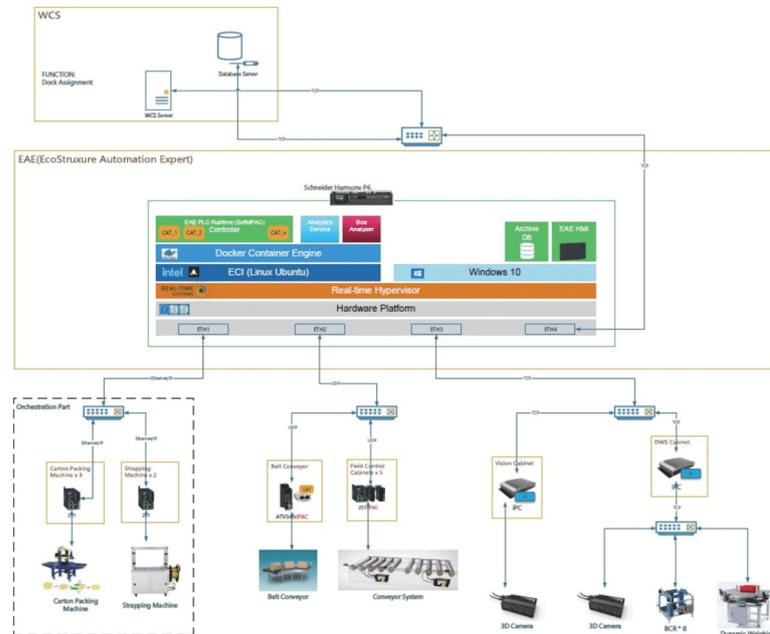


图 4.2

施耐德电气上海配送中心——解决方案架构

宝贵的数字化资产能够得到复用, 因为我们其他的配送中心采用相同的运营模式

软件安装

如图4.3所示, 上海配送中心的控制系统设计平台包含:

- EcoStruxure 开放自动化平台Runtime & Build time
- EcoStruxure 开放自动化平台HMI
- EcoStruxure 开放自动化平台Archive
- EcoStruxure 开放自动化平台SCADA
- EcoStruxure 开放自动化平台库文件
- EcoStruxure 开放自动化平台相关硬件

如果要将高级IT应用与EcoStruxure 开放自动化平台进行融合, 应从资产/应用开始入手。

- 资产代表一个物理对象, 例如一台输送机、运输台等。在EcoStruxure开放自动化平台中, 这些资产被提取至复合自动化类型 (CAT)。
- 应用代表一个不含物理对象的纯软件解决方案, 例如视觉解决方案等。

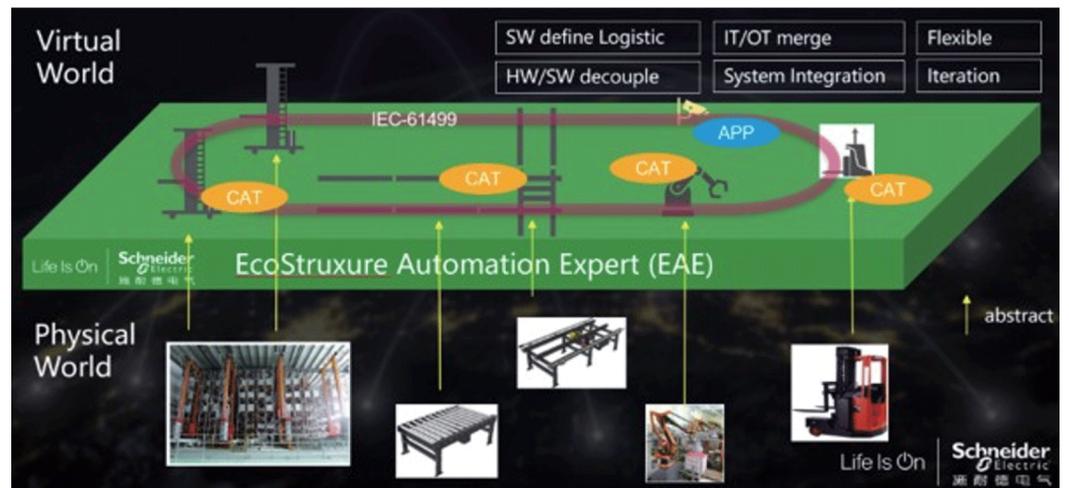


图 4.3

在施耐德电气, 我们在设计阶段遵循一种**从上至下**的原则, 并逐一处理相应的层级。

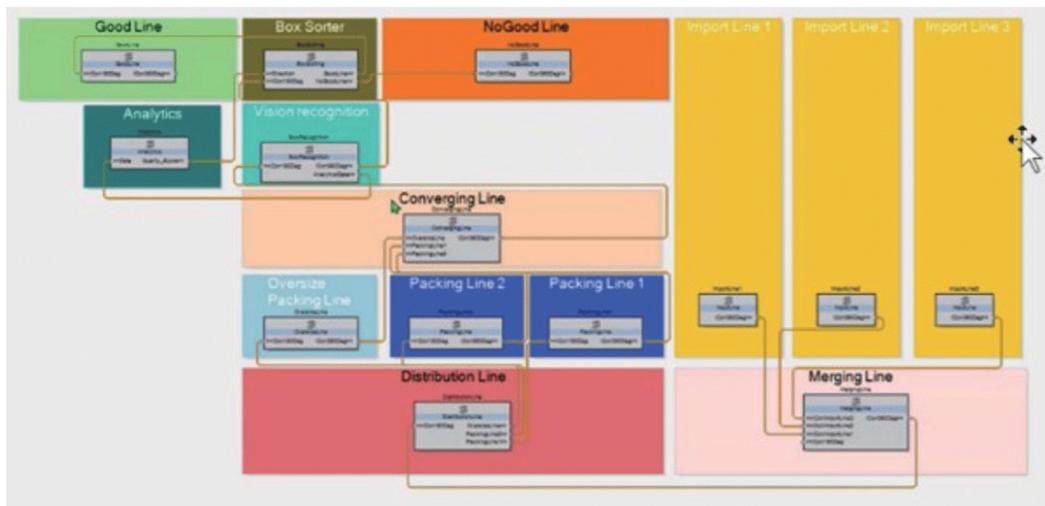


图 4.4 在设计软件框架时可以建立实体现场的抽象示意图 (如图4.4所示)。

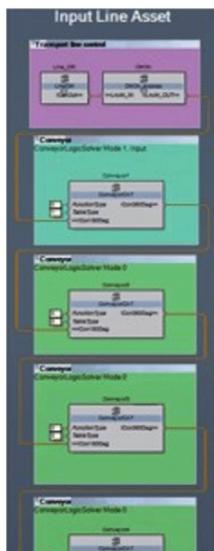


图 4.5 例如, 点击“导入线路1”会显示类似于示意图的程序结构 (如图4.5所示), 与实体“导入线路1”具有相同布局。黄线 (称为“适配器”) 类似于电气设计中的控制理念。

如何设计一台特定的CAT类型的辊式输送机

在采用从上至下结构设计CAT时, 举例来说, 我们将其功能划分为不同的应用, 例如初始化 (INIT)、数据输入、IO、逻辑、数据输出和HMI连接。IO CAT可以部署至离散式IO站点, 例如M251 dPAC, 其它可以部署至主控制器。

如果容量允许, 您还可以将它们部署至分布式控制节点 (DCN), 如图4.6所示。

为每个CAT设计HMI是一种有益做法，这样一来它就能在被调用时自动执行。这实现了设计的完全模块化，从而极大地减少以往在配置面板和映射HMI标签至PLC变量时花费的时间，如图4.8所示。

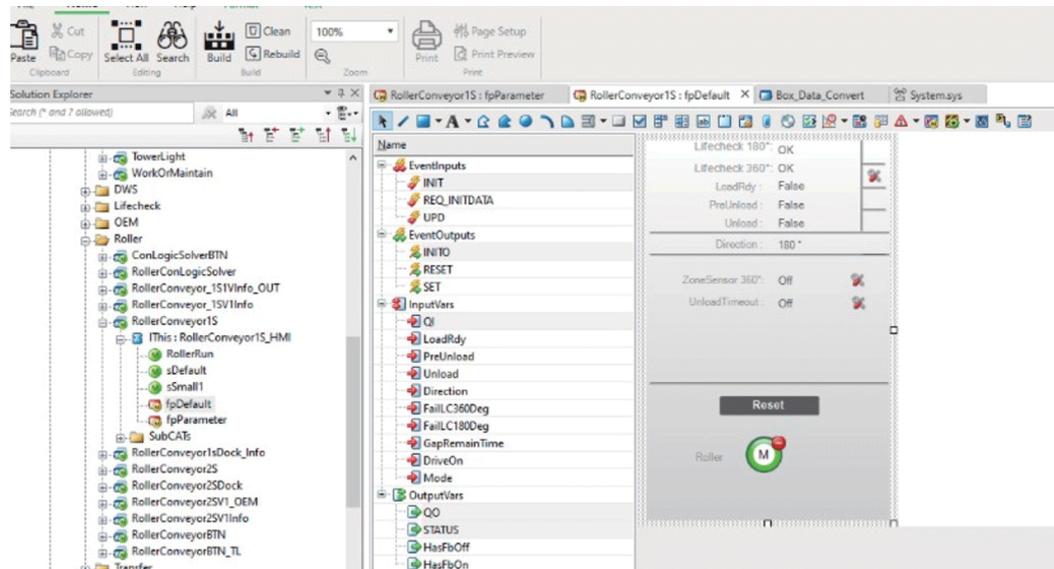
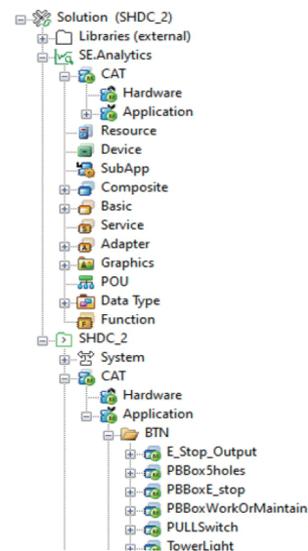


图 4.8

设计工作完成后，对CAT进行压缩，并将其连同应用、适配器、图像等添加至库文件，如图4.9所示。



这些CAT可供我们在以后的项目中复用，从而进一步节省时间和资源。

图 4.9

为每个资产和每个变体创建CAT。使用施耐德电气“TM251MESE”系列PLC、符合IEC 61131的现有机器（例如货箱包装机和绑带机）将会通过建立事件驱动型通信得到编排，以实现其链接。

任务被分配给5名工程师，每名工程师都负责一组CAT，如图4.10所示。EcoStruxure开放自动化平台的简洁设计让协作更加简单。

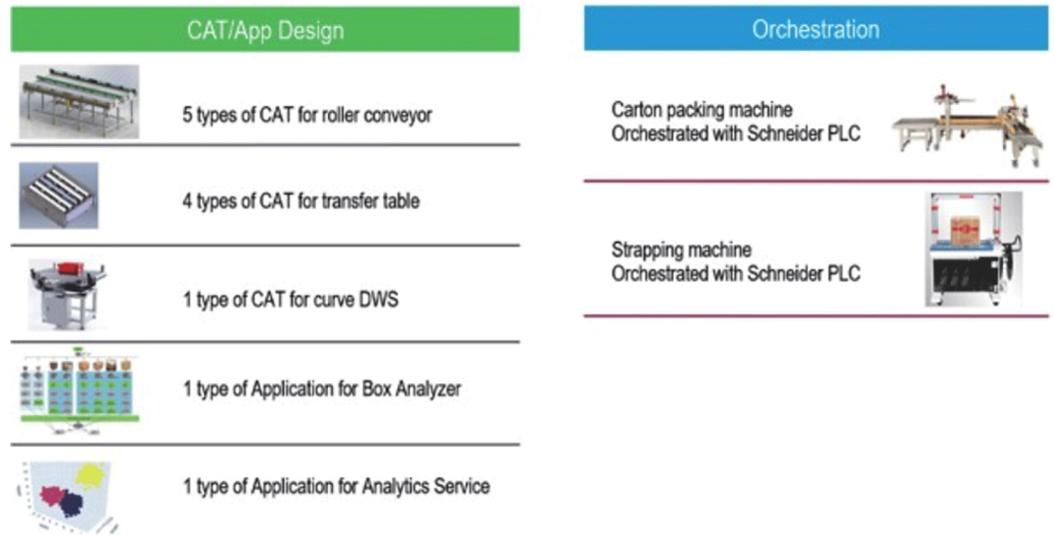


图 4.10

硬件解决方案

IEC 61499的事件驱动型特质意味着控制器最常见的状态应为空闲 (例如它在无命令时不工作)。因此, 在正常状况下, 设备的CPU负载会非常低。如果实际情况并非如此 (CPU负载大于50%), 则应用逻辑可能需要优化 (例如移除事件回路), 如图4.11所示。

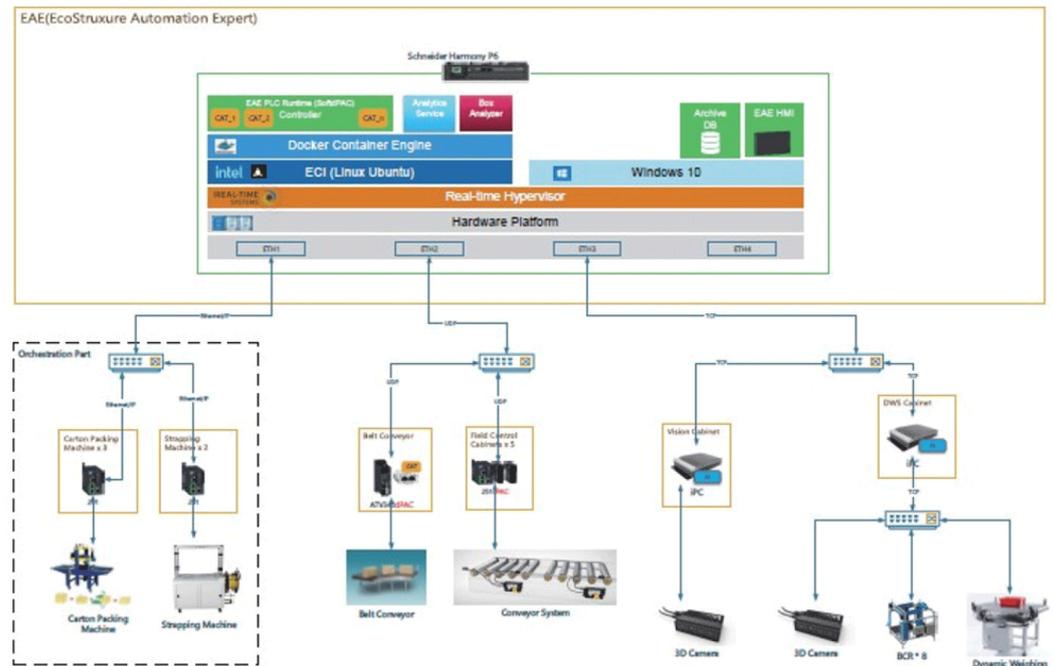


图 4.11

iPC*1: 施耐德电气、Harmony P6、Intel i7-8665UE、4核、8线程

实时虚拟机管理程序Hypervisor R5.3.00.25947

- Linux: Ubuntu 22.04
- Docker 20.10.12
- EcoStruxure 开放自动化平台 21.2
- 分析服务
- 货箱分析器
- Windows: MS Windows 10
- EcoStruxure 开放自动化平台HMI
- EcoStruxure 开放自动化平台档案数据库PostgreSQL 13

与传统PLC的选型相比, EAE控制器的选型更加简单。当前, 我们选择PLC时大多依赖于PLC工程师的经验, 考虑程序会使用的资源, 而且, 我们通常还会倾向于保留更多冗余资源, 这就使PLC的选型难度进一步增加。

而在EAE中, 硬件和软件之间是解耦的, 意味着您无需担心硬件性能的问题, 当软件设计完成后, 您可以将这些CAT灵活地部署至不同的DCN之中, 并通过更改CAT的映射在这些DCN之间平衡您的负载。

什么是ECI

Intel®工业边缘控制 (ECI) 对实时计算、工作量合并、工业互联、安全性以及软件与基础设施管理的要素进行了整合。

在施耐德电气物流中心项目中, 工业边缘控制 (ECI) 提供了一个确定性的实时操作系统环境, 其中集成了最先进的软件技术, 例如工作量合并、RTS虚拟机管理程序。工业边缘控制 (ECI) 的图像还包含虚拟化特性、集成工业协议支持、CPU优化、核优化、以及面向实时应用的标定工具。

凭借其模块化特性, 工业边缘控制 (ECI) 能够帮助客户提高工业运营的灵活性和可用性, 并同时降低资本和运营支出。

什么是RTS

实时系统 (RTS), 在多核处理器平台上部署多个操作系统是嵌入式系统设计的一个逻辑步骤, 能够在减少总体硬件成本的同时提高可靠性和系统性能。创新型实时系统虚拟机管理程序可允许多个实时操作系统 (RTOS) 和通用操作系统 (GPOS), 例如Windows或Linux。

采用英特尔®虚拟化技术 (Intel® VT) 的英特尔处理器能够同步运行实时操作系统的多个实例, 或者在单一执行平台上运行多类型混合的32位或64位操作系统。所有系统均安全划分, 实时运行, 甚至能够在不影响其它操作系统的情况下重启。

在稳固、高性能的英特尔架构上运行的RTS软件能够实现工业嵌入式应用，这些应用支持一系列重要功能，包括确定性、实时性能、数据处理、可视化和无缝互联。该解决方案正在帮助工业推进自动化和改善数据采集（例如，通过运动控制和可编程逻辑控制器（PLC））。

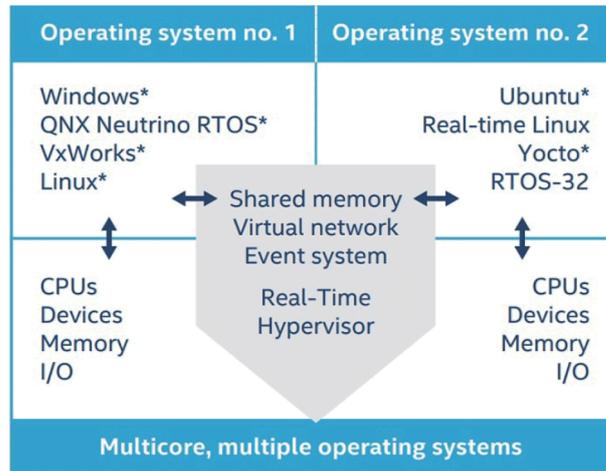


图4.2 - 由英特尔®架构支持的RTS实时管理程序

借助RTS和英特尔，针对嵌入式和实时系统的智能应用开发和部署得到了简化，使工业能够加速从工业物联网中获益，并满足基于时间、确定性的计算需求。

M251*3: 施耐德电气、TM251MESE PLC、控制器，适用于3台纸箱包装机

M251*2: 施耐德电气、TM251MESE PLC、控制器，适用于2台捆扎机

对于独立单元，我们可以保留符合IEC 61131标准的PLC，并将它们与编排功能，以及Ethernet/IP或Modbus TCP协议进行集成。

(ATV 340+ATV dPAC)*1: 施耐德电气、ATV 340+ATV dPAC、适用于单台皮带输送机的分布式控制节点 (DCN)

IEC 61499 分布式控制节点 (DCN) 可能会非常小，在此例中，我们可以将皮带输送机CAT部署至ATV dPAC卡中，从而使变频器不仅仅是执行器，同时还具有计算处理能力。您可以通过部署其它CAT轻松更改输送机的运行模式。

(M251 dPAC+TM3)*5: 施耐德电气、TM251MESE、可用作分布式IO站的分布式控制器节点 (DCN)。M251 dPAC可在IEC 61499系统中用作总线耦合器，其IO扫描周期时间为5ms。

第三方DCN: 基于DCN的英特尔 i5处理器，用作高级IT应用的预处理。我们在其中布置了训练好的模型用于推理，并从现场设备采集信号。

结果

通过采用新的控制系统EcoStruxure 开放自动化平台, 基于IEC 61499, 我们实现了目标:

- 完全自动化的货箱包装和捆扎过程
- 总体劳动力节约: 8名员工:
 - 装货, 1名员工
 - 质检, 2名员工
 - 填货和封盖, 1名员工
 - 装盘, 2名员工
 - 移交, 2名员工
- 更高的产能: 能够保持900箱/小时的最高产量
- 更高的效率: 通过在DWS生产线中使用机器视觉和人工智能技术实现
- 数字化: 系统中的所有数据都是透明的, 还有OEE、不合格率等指标
- 展示样例: EcoStruxure机器专家数字孪生软件用作仿真和3D SCADA

获益

施耐德电气中国智能物流架构师傅轶敏先生:

物流是一个非常复杂的行业, 如果要在建造物流中心时达到满意, 你需要把各个子系统非常好地结合到一起, 例如AS/RS、输送机、机器人、RGV、分拣机等, 还有最重要的一项——**软件**。

我们可以看到, 这些相互独立的单元/设备大都相同, 不同的是软件, 例如货物/车辆调度、机器控制、人工智能/机器学习算法等。

基于这一点, 我们相信未来将会是由**软件决定的物流**。

我们的思路是在部署期间以软件为中心。通过使用EAE和MET等工具, 我们能够以数字化的方式对我们的假设进行验证, 更重要的是, 作为最终用户, 我们终于对设计有了更加深入的了解。此外, 在仿真中时刻查看进度使项目的执行更加灵活, 这能够帮助我们在面临最终验收之前把风险降至最低限度。

根据我在此项目中的经验, 我们整个工程团队在最终装配之前通过提前验证完成了至少80%的工作量, 这对我们所有人来说都是一次非常棒的数字化体验。

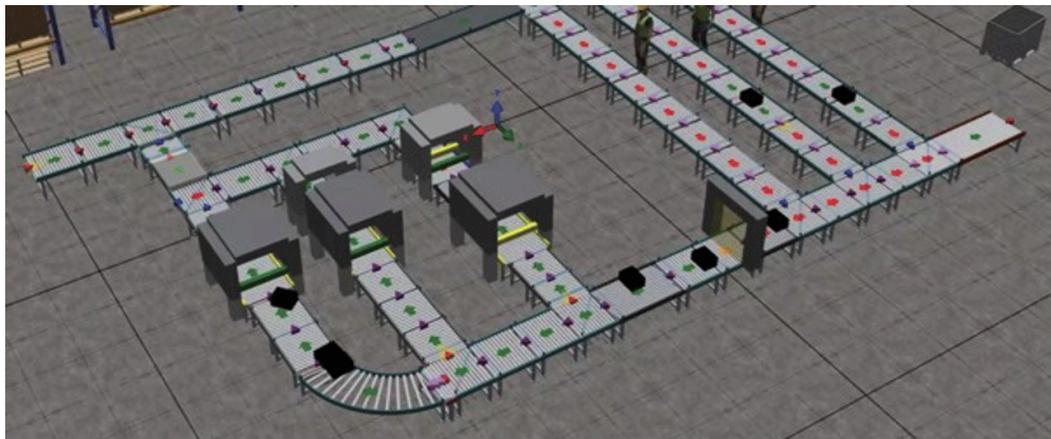


图 4.13

高级IT解决方案

目标和挑战

施耐德电气中国, 东部地区物流总监孙哲先生:

凭借我们在过去几年中采用的精益生产生产思路, 施耐德电气在2022年Gartner全球供应链前25位中排名第2位。

如果使用相同的方法, 继续提升效率和弹性对我们来说会很难。但我相信人工智能/机器学习技术刚好能够给予我们所需的帮助。我们已经在当前使用的一些模块中看到了这些技术所具备的优势, 例如智能装运、智能包装和智能路径规划。

在上海物流中心DWS生产线中使用这些高级技术对我们来说是一件轻而易举的事, 因为即便我们遇到难缠的问题, 我相信我们的工程师也一定能解决它。我们也十分感谢在此项目中的合作伙伴——他们不仅交付了约定内容, 还超出了我们的预期。

机器学习是一个大主题, 通常被简化为维护改善(预测性或定期性)。机器学习能够实现视觉检测解决方案的部署: 对图片进行扫描和转译以确定包装的质量。重量检查能够验证是否拣选了正确的货物。

制造领域最常见的AI使用案例有:

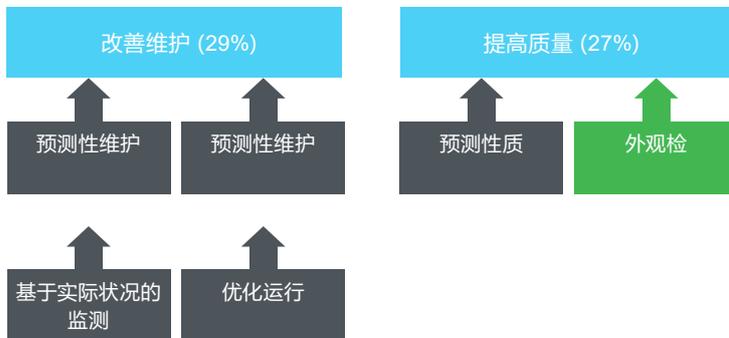


图 5.1

为了提高质量和客户满意度, 确保运输的准确性、让货箱完好无缺地到达目的地是非常重要的。如果这样重要的任务是采用人工随机检查的方式完成的, 那么无法保证能够达到99%的理想系统效能。。此处的原则是利用机器学习能力让检查变得系统化。

所面临的挑战是在工艺层级部署这些应用, 以实现快速转译和响应。很多AI系统在云端工作, 需要很强的算力, 并且会造成很大的时延; 这样的系统不适合我们——我们需要让AI和自动化紧密配合。

高级IT解决方案

采集和分析需要借助不同的软件系统 (条形码、视觉检测、称重模块)。

硬件方面, 我们有2台3D相机、8个条形码读码器以及1个动态秤与系统连接。

3个团队相互协作部署此AI解决方案:

1. 模拟设备——提供称重解决方案
2. 英特尔和Percipio——提供基于3D相机的视觉检测解决方案
3. 施耐德电气——提供EcoStruxure 开放自动化平台、数据库和运行逻辑

基于机器学习的视觉检测解决方案

目标: 在限定时间内了解货箱尺寸、货箱形态和所述的五种类型之一, 包括:

“Lid_Band”、“NoLid_Band_Tape”、“NoLid_NoBand_NoTape”、“NoLid_No- Band_Tape”、“Lid_NoBand”)

货箱尺寸和形态由3D相机识别, 而货箱类型的识别需要用深度学习算法来解决。

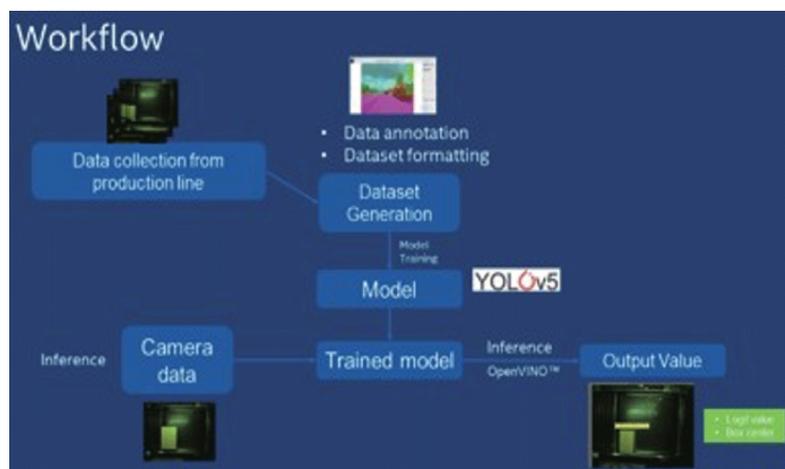


图 5.2

英特尔提供了用于执行模型训练的开放源代码YOLOv5框架, 以及用于加快推理速度的OpenVINO工具。

完整流程如图5.3中所示:

照片采集 → 照片标记 → 数据组生成 → 模型调校 → 模型推断 → 输出

YOLOv5

YOLO (您只看一次) 是一个作为对象探测器而设计的模型, 包含三个主要部分 (骨干、颈部和头部), 如图5.4所示。

骨干——作用是从输入图像中获取重要特征

颈部——作用是生成特征金字塔, 用于识别不同缩放程度的图像

头部——作用是生成输出, 例如概率、标记或边界。

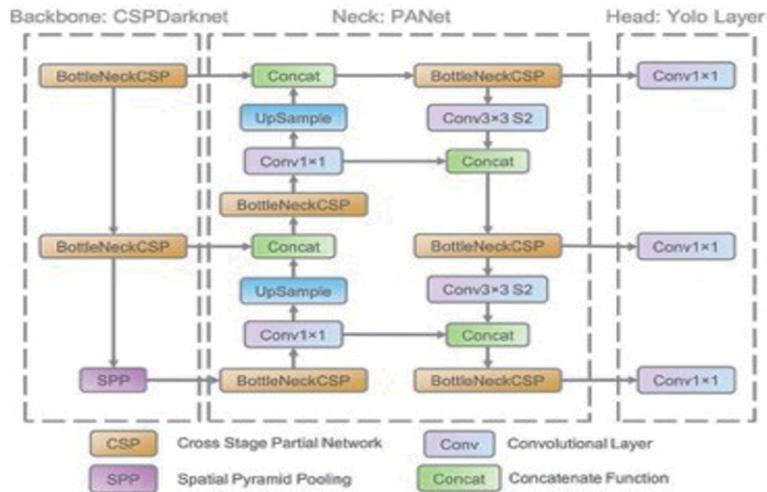


图 5.3

OpenVINO

OpenVINO工具有助于应用和解决方案的快速开发, 包括视觉检测算法、语言处理、声音识别、自动建议等。其工作流程如图5.3中所示。

OpenVINO™工具套件

- 深度学习模型优化器——一款跨平台的命令行工具, 用于导入模型并使其具备推理引擎所需要的最佳执行条件。模型优化器能够导入、转换和优化在常用框架中训练的模型, 例如Caffe、TensorFlow、MXNet、Kaldi和ONNX。
- 深度学习推理引擎——一款统一化的API, 能够针对多种硬件类型进行高性能推理, 包括英特尔® CPU、英特尔集成显卡、英特尔 神经计算棒2、英特尔视觉加速器设计软件以及英特尔Movidius™视觉处理器 (VPU)。
- 推理引擎样本——一组简单操作台应用, 用于演示如何在您的应用中使用推理引擎。
- 深度学习工作台——一款基于网页的图像环境, 能够帮助您轻松使用各种复杂的OpenVINO工具组件。
- 训练后优化工具——用于对模型进行校准, 并以INT8精度执行。
- 附加工具——与您的模型配套使用的一组工具, 包括校准APP、交叉检查工具和编译工具。
- 开放式模型库——最先进的深度学习预训练模型的集合
- 深度学习流转化器 (DL流媒体) ——基于GStreamer的流式分析框架, 用于构建媒体分析组件的图像。DL流媒体可通过Intel OpenVINO分配工具安装文件进行安装。访问GitHub可获取其开放源代码版本。
- OpenCV——针对Intel硬件编译的OpenCV社区版本
- Intel媒体SDK——开发专业视频和媒体应用。实现面向Windows和Linux应用的硬件加速视频编码、解码和处理, 包括数字监控、零售、云游戏、视频会议等。

Label	Trained Samples	Tested Samples	Total	Category
<u>NoLid_NoBand_NoTape</u>	92	39	131	
<u>NoLid_NoBand_Tape</u>	161	68	229	
<u>NoLid_Band_Tape</u>	102	44	146	
<u>Lid_NoBand</u>	675	288	963	
<u>Lid_Band</u>	402	169	571	

图5.4 - 数据集

推理: 该模型可达到近100%的准确率, 如图5.7所示。

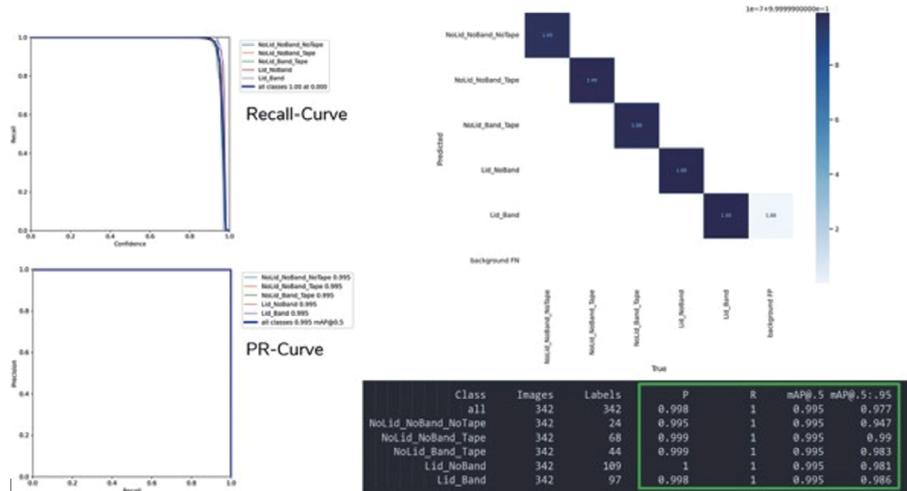


图 5.5

处理时间:

从图片输入到结果输出的总处理时间约为60ms/张图片。

基于人工智能的称重解决方案

目标:

对包裹进行称重。将测量值与来自DWS的预期重量信息进行对比。第一时间发现一切偏差, 避免客户不满或产生纠纷。

货箱流:

货箱持续出现在输送带上, 进入称重站。此序列被仿真为数据流 (汇总货箱的预期内含物), 加速演示。

内含物重量

对测得重量进行计算, 并与预期重量进行对比。

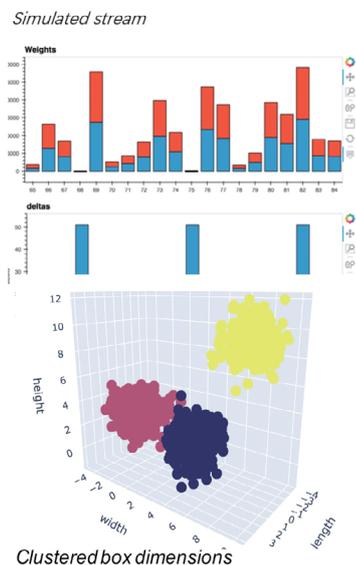


图 5.6

决策分数:

根据各种公差因素,会产生一个决策分数,此分数能够被解读

数据汇集:

对货箱尺寸进行汇集,根据与数据集的偏差程度推断货箱类型

分配分析:

缓冲器中可以记录各种统计数据(例如操作员的不合格决策数量)

数据偏移:

可以添加一个偏移检测器组件,用于跟踪偏差,比如预期重量和实际重量之间的偏差(以及检查系统性偏移,或偏移增大情况)

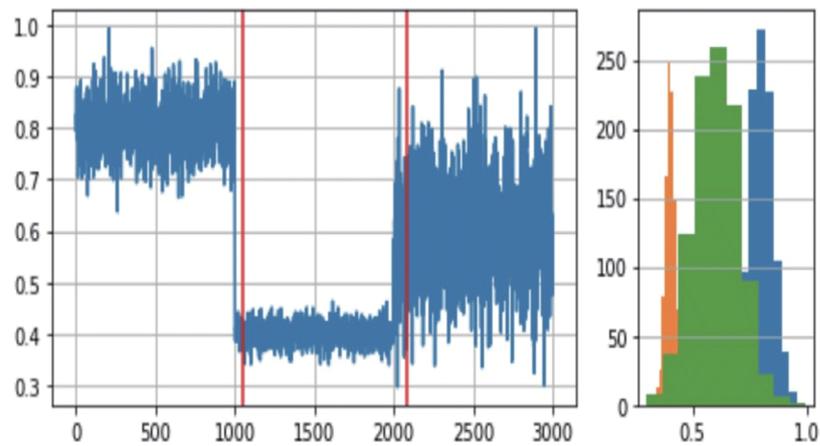


图5.7 - 偏差检测器

可视化和通信

在施耐德电气,我们采用容器化技术部署应用。此处的“容器”指的是一种不依赖于客户操作系统的轻量化虚拟机。因此,它占用的资源更少,从而能够更加简单地进行部署和扩展。

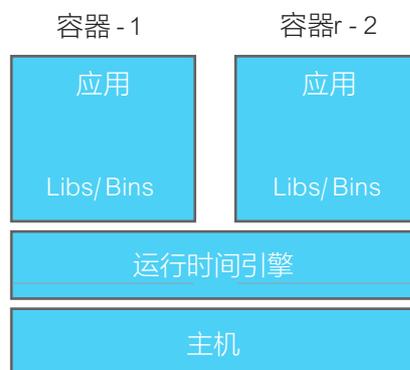


图 5.8

EcoStruxure 开放自动化平台提供一个NETIO服务模块, 用于实现更加便捷的通信, 如图5.9所示。

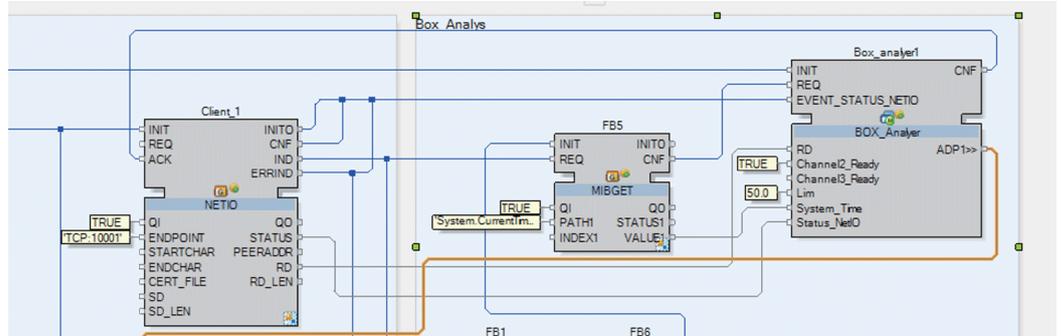


图 5.9

应用和EcoStruxure 开放自动化平台之间的通信, 如图5.10所示。

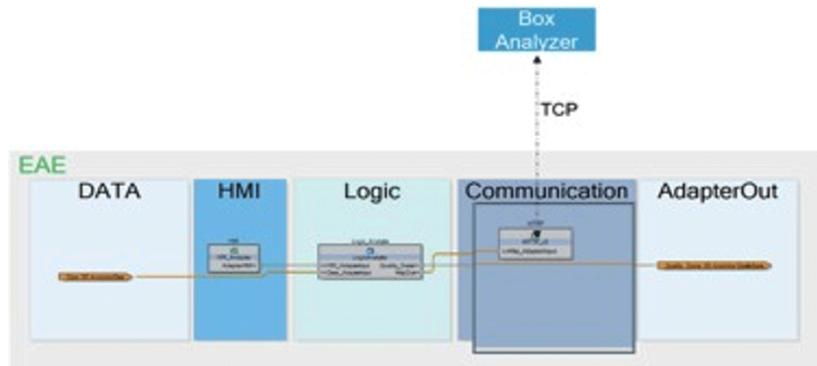


图5.10 - 偏差检测器

迎接未来

近年来, 供应链受到了大量关注。各种不利情况, 特别是新冠疫情, 让当今全球供应链生态系统的脆弱本质暴露无遗。港口和铁路的大量记录表明, 货车司机严重短缺和客户压力攀升考验着应需式电子商务经济, 当前的某些供应链问题很可能在可见的未来持续存在。

当今供应链的线性和依赖性本质使其根本无法应对新冠疫情带来的各种不利影响。我们是供应链内的一环, 面对着后疫情时代的“新常态”, 我们必须要了解推动供应链持续变革的力量, 从现在到未来。

上海DC运营经理顾海根先生:

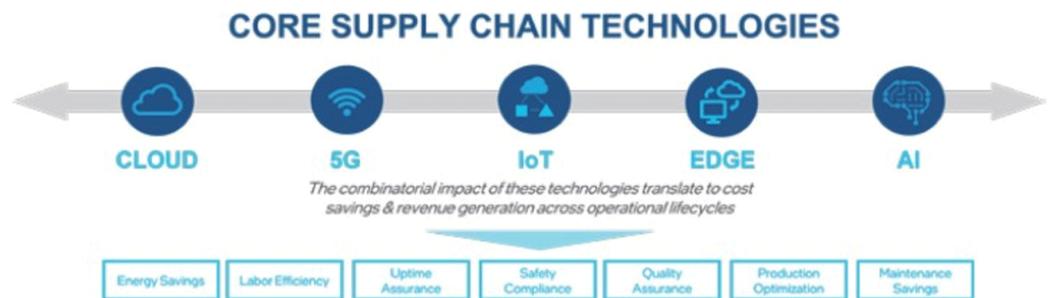
我们如今处于乌卡时代, 疫情、战争、自然灾害等不利因素让我们的运营难以按计划进行, 就像那句谚语“你有你的计划, 上帝有他的计划”。因此, 对我们来说, 最佳的解决方案可能就是像水一样活动——适应这些变化, 并做出实时、灵活、最优的调整。

我们认为, “供应链数据”以及这些数据的正确使用就是我们的最佳解决方案。

供应链数据的重要性所在

供应链的当前状态可以被看作是由不相关的信息和软件系统所组成一团乱麻, 这其中的潜在价值对于利益相关者来说是显而易见的。**只有通过高度协调、端对端的解决方案设计和生态系统协作, 供应链利益相关方才能实现开放数据和供应链可视性的潜在价值。**例如, 零售商始终面临着制定最佳策略以实现集成式产品和销售个人化、库存优化和供应链调度的问题。对实时机群和资产数据、客户偏好和库存水平进行整合, 能够实现宝贵的需求预测。更好的预测有助于优化产品布置、减少库存, 并实现更高的交付效率。

在过去的二十年里, 我们见证了超级强大软件的出现, 例如人工智能、机器学习和供应链管理平台。我们还见证了先进设备成本的显著降低, 例如机器人和无人驾驶车辆。社会经济学的变化加快了技术的应用步伐, 使其作为劳动密集型工艺的替代品。



高级分析、AI、机器学习、开放式数据管理与交换、高性能网络以及灵活云资源所产生的综合影响正在催生前所未有的离散数据及信息系统集成能力。

集成式、可获取的数据有助于建立整个供应链运营范围的端对端可视性。

端对端供应链可视性的成败取决于利益相关方是否参与其中，是否将自身角色重新定位为开放式数据生态系统的参与者，而非供应链活动的旁观者。这说起来容易，做起来很难，并且在任何情况下都不应是孤立地进行。最终还是需要供应链利益相关方和技术提供方的集体买进，以推动数字解决方案的发展和引进新的业务模式。还有大量的多变外部力量会影响供应链业务运营的连续性和效率，这些力量也需要得到处理。为了充分应对供应链所面临的各种挑战，我们必须了解外部事件对供应链流程的影响，并识别出这些不利因素会以怎样的形式出现。

因此，制造商应如何看待供应链的未来状态呢？推动开放式数据共享和供应链模型创新的真正力量是什么？答案涉及三个相互关联的要素：

1. 企业在如何建立数据生态系统方面愿景，此生态系统包含了外部企业，能够充分利用数据共享实现可互操作性和协作。
2. 一个数据架构与平台，能够组织和提供统一、开放、共享的工具集，用于整个供应链数据生态系统范围的数据累积、管理和分析。
3. 为数据生态系统参与者提供关系促进因素和经济激励，以提高供应链可视性、创造新的价值和服务机遇。

对于上述三个主题，施耐德电气和Intel提供了基本框架支持，例如：

- 基于IEC 61499的EAE平台，作为面向物流应用的统一化平台
- DCN¹⁾ 作为边缘设备，与现场总线连接
- EII²⁾ 作为软件参考设计，能够安全地导入工业时间序列和版本数据，对其进行分析以识别深层信息，然后将该信息发布并保存于本地。
- ECI³⁾ 作为面向工业应用的完整控制软件平台

除了这些以外,在升级我们的供应链时,我们还计划对我们在技术创新和业务模式创新方面的经验进行共享,旨在让供应链内的所有重要参与者共同携手向未来迈进。

1. 分布式控制节点 (DCN) 是一种边缘设备,与现场总线连接。当今DCS和可编程逻辑控制器 (PLC) 的许多功能都将被迁移至DCN。DCN将至少具备输入/输出信号处理能力,并且可能具备可扩展的计算能力。根据功能要求,DCN可能会提供调节器控制、更多高级控制应用,甚至是高级优化和分析应用 (AI/ML)。在未来,针对数据的延迟或可用性,我们或许在必要时能够直接在边缘运行最新的应用。这为工厂运营和监测带来了无限可能。



2. 请参阅附录1



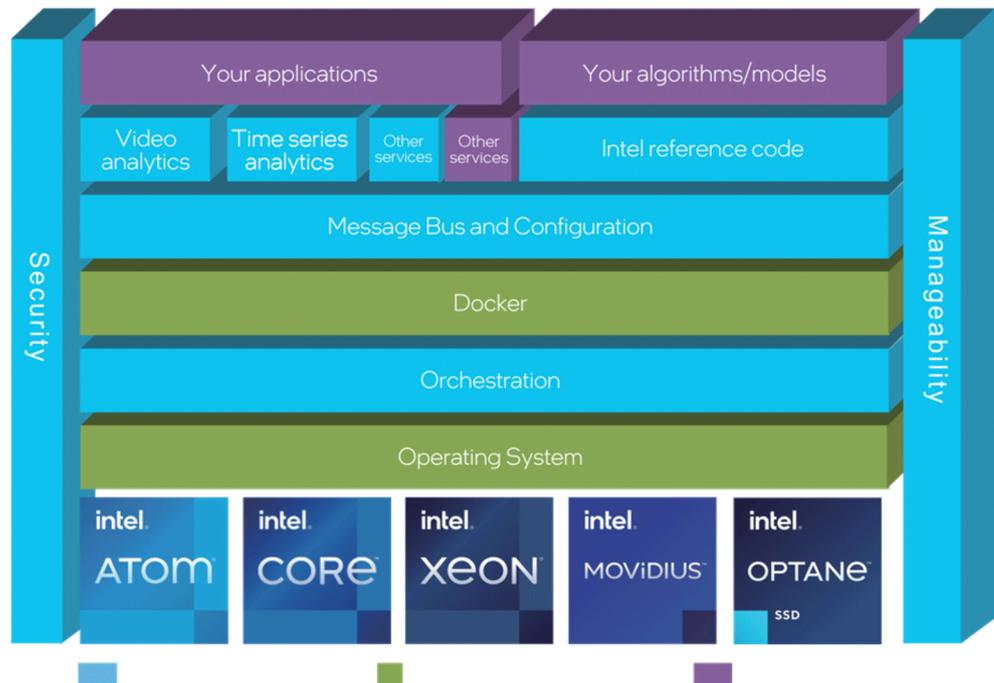
3. 请参阅附录2



附录1

英特尔®工业边缘洞见

<https://www.intel.com/content/www/us/en/internet-of-things/industrial-iot/edge-insights-industrial.html>



Intel®工业边缘洞见 (Intel EII) 是一款软件参考设计, 它能够:

- 安全地导入工业时间序列和版本数据
- 对其进行分析以识别深层信息
- 将其发布并本地保存

这些预集成要素针对英特尔架构进行了优化, 能够通过向下游设备 (工具) 发送命令和向上游管理系统进行发布来基于这些洞见执行。凭借其模块式微服务架构, Intel® EII能够帮助开发商针对工业市场构建定制化解决方案。它能够提供预集成的基础服务、简化其在系统层级所含配置的部署, 并确保在Intel平台上的优化, 从而加快AI解决方案的开发速度。

Intel工业边缘洞见是独一无二的。它能够提供:

- Intel优化边缘分析软件参考设计, 用以对Intel® Distribution of OpenVINO™工具的参考功能进行扩展, 形成完整的解决方案。
- 一个开放式架构, 帮助解决方案制造商定制和集成其它边缘和云软件解决方案。
- 通过提供性能升级和其它解决方案中可能没有的功能对现有解决方案进行补足 (例如视频或媒体处理渠道、更佳的AI分析处理)。

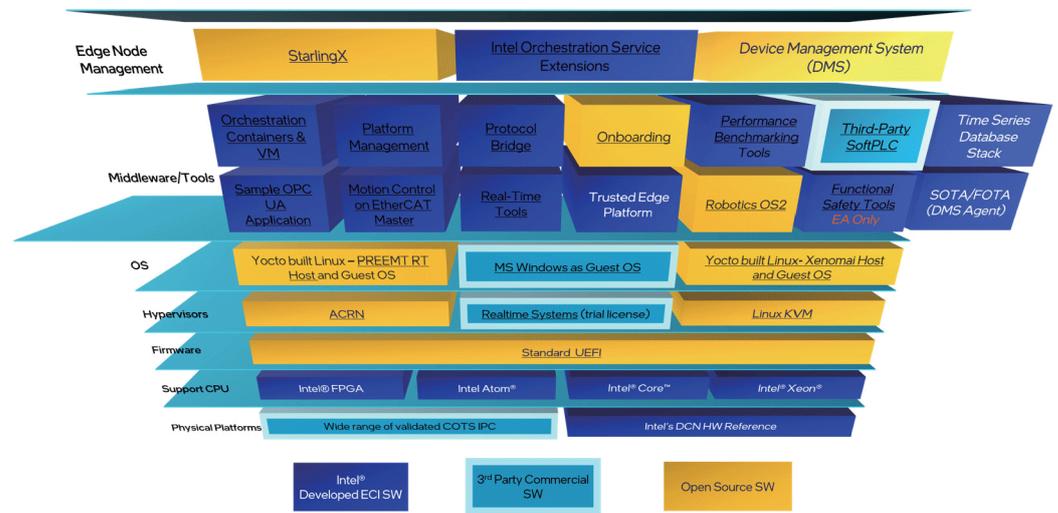
附录2

Intel®工业边缘控制

<https://www.intel.com/content/www/us/en/develop/documentation/get-started-with-edge-controls-for-industrial/how-it-works.html>

工业边缘控制是一款面向工业应用的完整控制软件平台。工业边缘控制的优点包括：

- 减少资本支出和运营支出
- 提高灵活性
- 提高可用性
- OT可预测性, 拥有类似于IT的管理和安全性
- 互操作性



精选组件

- 边缘控制协议网桥

桥接各种工业协议, 以降低复杂程度、提高灵活性。此外, 借助时间敏感型网络充分利用 OPC UA发布/订阅, 实现确定性通信。

- ACRN* 类型1虚拟机管理程序

借助ACRN*实时虚拟机管理程序实现工作量可视化, 并整合物理硬件, 以降低成本、提高可靠性。

- 实时优化

借助Xenomai I-Pipe内核或PREEMPT-RT内核不定, 轻松构建定制嵌入式Linux*操作系统。借助实时应用充分利用预配置内核配置和启动优化。

- RTS* 类型1虚拟机管理程序

借助此商业供应的虚拟机管理程序, 在分隔的虚拟化的环境中运行实时工作量。

施耐德电气

© 2022 施耐德电气。保留所有权利。

998-22271459