

边缘计算及其标准化工作探索

Research on Edge Computing and Its Standardization

■ 中国电子技术标准化研究院¹ 华为技术有限公司²

马原野¹ 韦莎¹ 史扬² 陈李昊² 张欣¹

摘要 分析了边缘计算的概念、关键技术、在智能制造中的应用以及标准化工作进展。在智能制造的背景下，边缘计算充分利用物端的嵌入式计算能力，满足制造企业对生产计划灵活调整、新工艺快速部署等要求。与此同时，边缘计算在智能制造领域中的深入应用也催生出系统集成、互联互通、信息融合以及安全性等方面的标准化需求。

关键词 边缘计算 智能制造 标准化

Abstract: This paper describes the concept and key technology of edge computing, its application in intelligent manufacturing and the standardization progress. In context of intelligent manufacturing, edge computing utilizes the embedded computing ability to satisfy the requirements of the flexible adjustment of production plan and the rapid deployment of a new technology for a manufacturing enterprise. Meanwhile, the further application of edge computing in intelligent manufacturing drives standardization demands on aspects of system integration, connectivity, information fusion, as well as security.

Keywords: edge computing; intelligent manufacturing; standardization

制造业正逐步从批量化生产向个性化定制转变，急需生产管理与控制系统具备高度的灵活性和智能化水平，自适应地调整工艺流程和设备任务，以满足用户个性化需求以及生产工况和设备状态的快速变化。目前在生产管控中广泛采用的MES/SCADA系统主要面向批量生产进行预配置式的调度与管理，无法适应个性化定制的高度灵活化的需求。针对这一挑战，产业界提出了“边缘计算”理念，构建决策与控制一体化的新型管控技术体系，实现生产设备自感知与分布式智能、生产系统快速决策与自主优化。

1 边缘计算概念

1.1 定义

边缘计算是在靠近物或数据源头的网络边缘侧，

融合网络、计算、存储、应用核心能力的开放平台，就近提供边缘智能服务，满足行业数字化在敏捷联接、实时业务、数据优化、应用智能、安全与隐私保护等方面的关键需求。

1.2 边缘计算参考架构

2016年底，边缘计算产业联盟(Edge Computing Consortium, ECC)发布了边缘计算参考架构1.0，如图1所示，涉及应用域、数据域、网络域、设备域等四个功能域。近期，ECC将发布边缘计算参考架构2.0。相比于边缘计算参考架构1.0，2.0架构将综合考虑安全在四个功能域中的作用，并细化各功能域的描述。

1.3 边缘计算在智能制造系统架构中的位置

由工信部和国家标准委2015年底联合发布的《国家智能制造标准体系建设指南》中提出了中国智能制造系统架构。按照边缘计算的定义及其参考架构，

项目来源：工信部2016年智能制造综合标准化与新模式应用项目“智能制造评价指标标准研究与试验验证”，项目编号：2016ZXFB00001。

边缘计算在智能制造系统架构中的位置应处于系统层级维度的设备层、控制层和车间层，并覆盖了智能功能维度的系统集成、互联互通和信息融合，以及生命周期维度的全部过程，如图 2 所示。

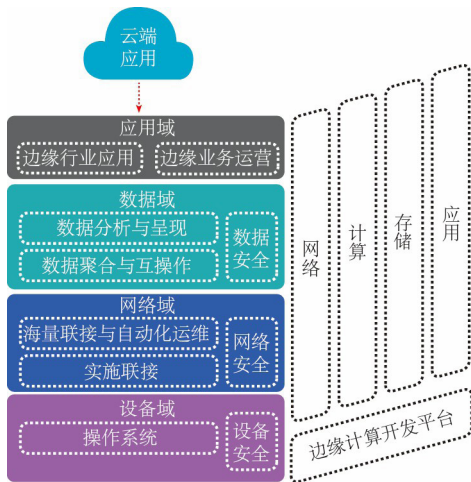


图 1 边缘计算参考架构 1.0

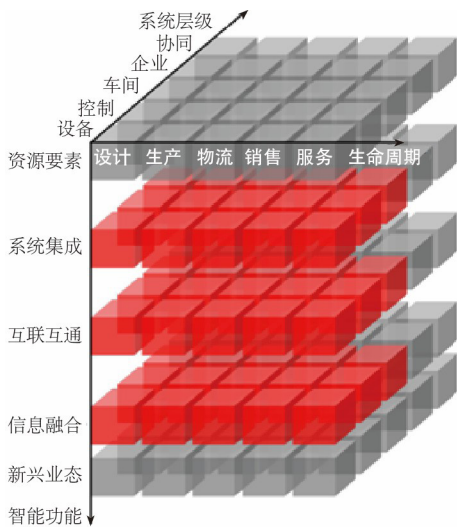


图 2 边缘计算在智能制造系统架构中的位置

2 边缘计算中的关键技术

2.1 软件定义联接

图 3 为软件定义联接技术架构，包括网络、控制器和 APP 应用。其主要特性包括：自动化运维，

可实现联接、终端、应用的统一管理；统一的网络政策，保证数据传输及其安全性；在机器视觉、工业控制等方面快速开发、部署和使用。

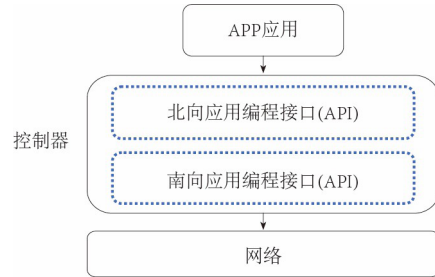


图 3 软件定义联接技术架构

2.2 时间敏感网络

图 4 为时间敏感网络 (TSN) 技术架构，包括现场层、过程层以及控制层。当前，IEEE 802.11 工作组的 TSN 任务组正在开发一套标准；建立在以太网的 MAC/PHY 层上，提供了一种低延迟、具有时间确定性和高可靠性的方法，以通过标准以太网基础设施实现对时间敏感数据的传输。

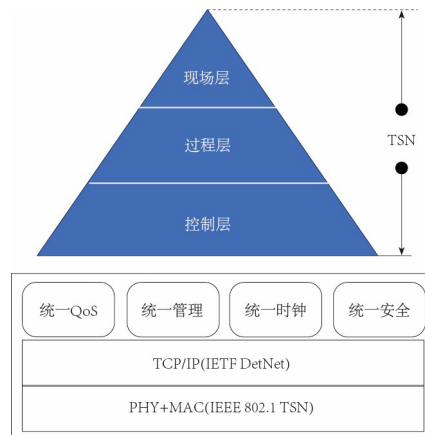


图 4 时间敏感网络技术架构

2.3 异构计算

异构计算包括机器视觉、工业控制、实时分析等。其技术架构包括底层 CPU、GPU、实时操作系统、应用开放平台以及应用。技术特点是通过使用不同类型的指令集和架构计算单元构建新系统；利用各种技术单位的优势，满足实时服务和高性能要求，如图 5 所示。



图5 异构计算技术架构

2.4 边缘分布式计算

图6为边缘分布式计算技术架构，包括机器数据输入、数据预处理、数据分析、数据调度和可视化与存储等。其技术特点是在多个节点之间智能调整负载；支持多租户业务隔离；P2P架构可靠，避免单点故障；灵活定义格式规范、语义分析策略、验证/筛选、转换和聚合规则。

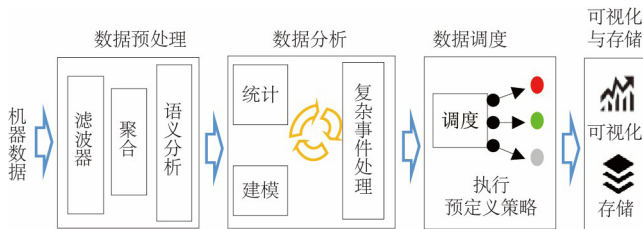


图6 边缘分布式计算技术架构

3 边缘计算在智能制造领域的应用

如图7所示，边缘计算在工业系统中的具体表现形式是工业CPS(Cyber-Physical System, 信息物理系统)，该系统在底层通过工业服务适配器，将现场设备封装成web服务；在基础设施层，通过工业无线网和工业SDN网络将现场设备以扁平互联的方式联接到工业数据平台中；在数据平台中，根据产线的工艺和工序模型，通过服务组合对现场设备进行动态管理和组合，并与MES等系统对接。工业CPS能够支撑生产计划灵活适应产线资源的变化、快速替换旧制造设备与新设备上线。

通过引入边缘计算，能够为制造业带来以下提升：

(1) 设备灵活替换

通过web互操作接口进行工序重组，实现新设

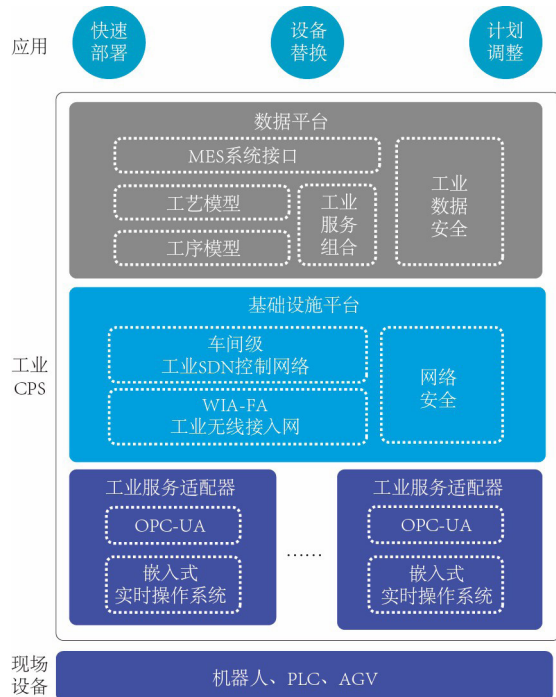


图7 引入边缘计算的制造分层架构

备的即插即用，实现损坏设备的快速替换。减少人力投入50%(取消了OPC配置工作，工作量下降一半)，实施效率提升1倍。

(2) 生产计划灵活调整

通过生产节拍、物料供给方式的自动变化来适应每天多次的计划调整，消除多个型号的混线切单、物料路径切换导致的I/O配置时间损耗。

(3) 新工艺/新型号快速部署

通过web化的工艺模型的自适应调整消除新工艺部署带来的PLC(涉及数百个逻辑块、多达十几层层嵌套判断逻辑)重编程、断电启停、数百个OPC变量修改重置的时间,新工艺部署时间缩短80%以上。

4 边缘计算在智能制造领域的标准化工作进展

4.1 边缘计算在国际标准化组织中的发展

(1) 国际电工委员会(IEC)

目前，华为、SAP、三菱等正在联合编写垂直边

缘智能白皮书 (Vertical Edge Intelligence White Paper) 计划于 2017 年 10 月发布。

(2) ISO/IEC JTC1/SC41 物联网及其相关技术分技术委员会

SC41 成立了边缘技术研究组, 主要标准化工作计划包括: 2017 年, 在 SC41 范围就边缘计算的定义达成共识, 规定 EC-IoT 的参考架构; 2018 年, 生成现有 EC-IoT 标准的需求分析报告, 推荐使用 EC-IoT 技术, 为如何实现开放跨行业提供指导, 发布 EC-IoT 项目技术报告; 2019 年, 参与边缘计算标准的制定。

4.2 边缘计算在智能制造领域的标准化需求

在智能制造领域, 边缘计算的标准化需求可从智能制造系统架构的智能功能维度进行考虑。

(1) 系统集成: 构建开放跨行业平台, 统一的语言和体系结构实现水平层级的解耦和开放性, 边缘智能提供数据优化服务。可能的选择包括: OPC-UA、oneM2M、DDS、Web Services、Block-Chain 等。

(2) 互联互通: 采用使能技术 (Enabling technologies) 实现联接和互操作性、兼容异构设备的接入和灵活扩展、支持自动化的运行和维护。相关的 IETF 工作组 (如 6Lo、ROLL、6TiSCH 和 LPWAN) 将是定义物联网 TCP/IP 适配标准的正确选择; 使能技术 (如 802.15.4 系列、TSN、802.11 Wi-Fi) 应在 IEEE 中标准化。

(3) 信息融合: 第三方应用程序的开放平台 (Open API) 即不同厂家的应用能够独立运行、共存。

此外, 边缘计算的安全性也存在标准化需求。按照边缘计算参考架构的四个功能域划分, 应用域应支撑攻击防范 (如 DDoS 攻击) 和威胁保护 (如对病毒、勒索软件的检测和清除); 数据域应保证数据在使用、存储和传输中的安全, 具体包含内存管理、内存加密、系统加密、硬盘加密、接入控制、加密传输等; 网络域应保障网络传输的保密性、完整性、可认证性等; 设备域应保护硬件、各类组件的安全等。

5 结语

边缘计算在智能制造领域中的应用, 解决了实际生产中生产管理与控制系统对高度灵活性和智能化的要求。在智能制造的背景下, 边缘计算将充分利用物端的嵌入式计算能力, 以工业 CPS 的形式对设备进行连接和管理, 并与云计算结合, 通过云端的交互协作, 实现系统整体的智能化。与此同时, 边缘计算在智能制造领域中的深入应用也催生出系统集成、互联互通、开放平台以及安全性等标准化需求。

参考文献

- [1] 边缘计算产业联盟. 边缘计算典型应用场景 [J]. 自动化博览, 2017(6): 52-53.
- [2] 史洋, 刘梅刚. 边缘计算已来, 助力行业数字化转型 [J]. 自动化博览, 2017(4): 10-13.

(收稿日期: 2017-08-02)

智慧城市标准建设进展顺利 8 项国标正处于报批阶段

8 月 17 日, 国家智慧城市标准化总体组标准组召开工作会议, 相关单位对已立项的 34 项国家标准研制情况进行了通报。截至目前, 已立项的 34 项智慧城市国标中, 1 项国标已发布, 8 项国标正处于报批阶段, 约 10 项国标进入征求意见阶段。

已进入报批阶段的 8 项国标包括:《智慧城市 技术参考模型》、《智慧城市 评价模型及基础评价指标体系 第 1 部分: 总体框架及分项评价指标的制定要求》、《智慧城市 评价模型及基础评价指标体系 第 2 部分: 信息基础设施》、《智慧城市 评价模型及基础评价指标体系 第 3 部分: 信息资源》、《智慧城市 评价模型及基础评价指标体系 第 4 部分: 建设管理》、《智慧城市 城市运营中心 第 1 部分: 指挥中心建设框架及要求》、《智慧矿山信息系统基础设施通用技术规范》、《智慧城市 软件服务预算管理规范》。