

智能化边缘融合采集系统的研发及应用

孙洪喜¹,焦清国¹,李相博²

(1. 青岛弯弓信息技术有限公司, 山东 青岛 266042; 2. 软控股份有限公司, 山东 青岛 266042)

摘要: 轮胎生产属于典型的混合制造模式, 针对其生产线动态调控和智能联动的复杂性, 研发智能化边缘融合采集系统。该系统可对生产线的工艺数据进行封装、组装和集成, 建立对应的模型进行预测分析, 对生产线进行智能化的反馈控制, 从而提升企业应对客户需求变化时的生产制造能力、快速响应能力和智能决策能力, 增强企业的效益和市场竞争力。

关键词: 智能化; 边缘融合; 平台化; 管理系统; 模型; 数字化管理

中图分类号: TP391; TQ330.4⁺93

文章编号: 2095-5448(2022)05-0242-05

文献标志码: A

DOI: 10.12137/j.issn.2095-5448.2022.05.0242



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

航空、军工、大型装备等重大工程对轮胎、橡胶制品提出了精准定制和高可靠性的要求, 如航母舰载机的轮胎起降距离短等。轮胎的生产模式属于典型的流程和离散混合制造模式, 其快速增长的个性化定制需求使得传统的大规模生产模式难以应对客户需求变化时所需的生产制造能力、快速响应能力和智能决策能力。解决这一难题的首要任务是要实现精准、快速地采集生产过程数据并进行分析, 从而针对客户的定制化需求做出应对策略, 达到优化控制生产。

本工作研发了一种智能化边缘融合采集系统, 实现了对生产过程中工艺数据的采集、分析、压缩和存储等, 并建立对应的数据模型, 实现对数据模型的预测分析和管理。

1 系统架构设计

系统架构设计遵循总体设计原则, 边缘融合采集系统与设备生产线和企业管理系统进行无缝集成, 实现了对智能化工厂的信息支撑。系统架构设计如图1所示。

作者简介: 孙洪喜(1980—), 男, 山东潍坊人, 青岛弯弓信息技术有限公司高级工程师, 硕士, 主要从事工业信息化技术研发与数字化装备制造工作。

E-mail: shxhongxi@163.com

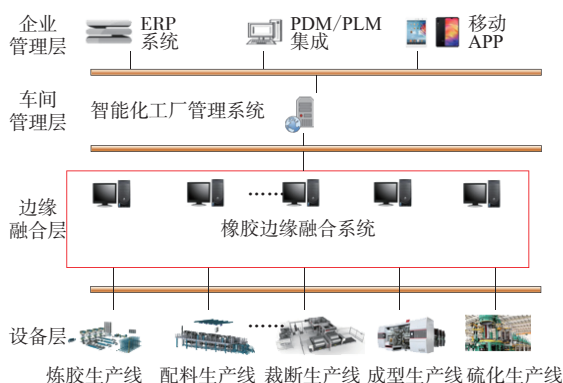


图1 系统架构设计

对系统各层功能简要描述如下。

(1) 企业管理层: 借助于企业资源计划(ERP)和产品生命周期管理(PLM)系统等经营管理系统, 从战略、宏观的角度, 通过智能化的数据分析, 实现了精益生产, 消除浪费和降低成本, 提升企业管理效率, 挖掘数据价值, 创造智能化效益。

(2) 车间管理层: 通过车间信息的数字化管理, 监控订单的进度、生产状况和库存情况, 对品质进行管控, 建立全流程信息的追溯, 实现车间的透明化和数字化管理。

(3) 边缘融合层: 与设备层进行集成, 对数据进行实时采集, 搭建数据的存储、分析、预测、控制模型, 对工艺数据进行分析、追溯、回溯, 从而优化生

产控制系统,实现对设备生产线的智能协同调控。

(4)设备层:通过可编程逻辑控制器(PLC)控制技术、分散控制系统(DCS)控制技术、现场总线技术等实现设备层的智能化和自动化设备改造,通过各种传感器实现生产线状态、工艺参数的实时监测。该层与边缘融合层共同构建数据采集的

通道,实现对设备的透明化、数字化管控。

2 系统采集模型构建

本工作提出的边缘融合计算模型框架遵循互操作性强、即插即用、模块化的设计准则。该模型框架如图2所示。

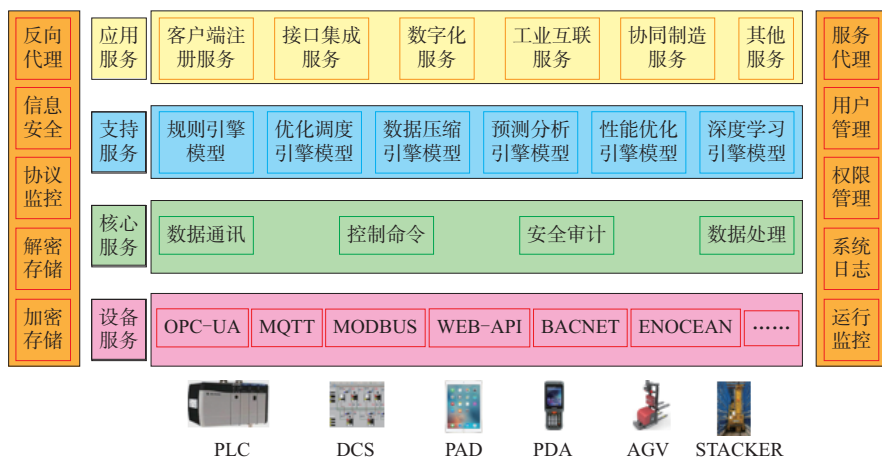


图2 系统采集模型框架

边缘融合采集模型基于物联网的架构技术,采用微服务框架^[1-2],设计遵循平台无关性、高性能、高可靠性的原则。模型架构分为设备服务、核心服务、支持服务、应用服务层及安全管理、系统管理模块。

2.1 边缘计算模型

(1)设备服务层:提供软件开发工具包(SDK)等服务,实现与设备的连接和通讯。该层封装主流的工控通讯协议,如OPC-UA, MQTT, MODBUS, WEB-API, BACNET, ENOCAN等协议,同时能集成其他采集系统及微服务的命令,增强设备的控制能力。

(2)核心服务层:是边缘融合系统的关键模块。数据通讯实现数据的采集,并调用支持服务层实现模型数据的计算;控制命令根据预测模型的指令实现对设备的优化控制,驱动设备端,提供控制命令的缓存和管理服务;数据处理提供持久化存储数据服务及对设备的管理控制服务,对数据进行压缩及边缘计算处理,获取最优化的分析结果;安全审计是对数据通讯的过程、异常和非法数据控制流进行监控,避免设备被非法控制而造成损失。

(3)支持服务层:提供边缘计算、融合、分析能力,为隔层提供模型、规则的计算支持,包含规则引擎模型、优化调度引擎模型、数据压缩引擎模型、预测分析引擎模型、性能优化引擎模型和深度学习引擎模型,实现对数据处理各种算法组件的构建,通过自学习模型对规则及处理方法进行不断优化。

(4)应用服务层:提供对外集成及服务的接口,对云计算中心的集成数据格式和规则、各种用户的服务及内容。客户端注册服务实现用户的注册及授权管理;接口集成服务实现和企业资产管理系统(EAM)、生产信息化管理系统(MES)、PLM、过程控制系统(PCS)、ERP等系统的集成,以及提供和PLC、DCS、仓库管理系统(WMS)等设备、物流装备的集成服务;数字化服务提供数据数字化的展示;工业互联网服务实现工业互联网的集成和设备的物联网;协同制造服务提供与上下游设备的协同制造集成,平台支持插件化、模块化设计,可扩展智能工厂制造的其他服务。

2.2 安全管理模型

(1)加密存储:对采集的数据进行加密,基于安全性和存储性能,采用加密算法实现数据的高

可靠性。

(2)解密存储:对数据进行在线解密处理,研发对应的解密算法,实现数据快速解密处理,保证数据的处理效率。

(3)协议监控:系统对于设备层的通讯协议进行实时监控,对数据的通讯协议设定对应的检查规则,防止被人非法侵入,保证系统的安全。

(4)信息安全:对通讯过程的数据进行规范性检测,实现多种异常及攻击行为检测机制,保障企业内的安全应急响应,实现工业装备间数据流量的细粒度监控与审计,实现安全可监控、可追溯机制。针对装备产线的黑客入侵、病毒或木马建立实时的漏洞检测机制,保证信息流的安全。

(5)反向代理:设置反向代理机制,对外提供安全服务,实现数据及服务的负载均衡等功能。

2.3 系统管理模型

(1)运行监控:对系统运行状态进行监控,保证系统的安全性。

(2)系统日志:对记录系统的操作日志、运行日志、后台服务日志和在线运行状况进行详细记录并分析,保证系统的正常运行,在异常时可进行追溯分析。

(3)权限管理:对系统权限进行控制,避免无权限人员使用系统,保障系统的安全性。

(4)用户管理:对系统的用户和用户角色进行管理。

(5)服务代理:提供服务代理功能,与外部系统进行有效的系统集成。以微服务的方式,对外提供各种服务。

3 数据存储算法

边缘融合采集系统具备系统和实时的认知能力,在数字世界进行仿真和推理,实现物理世界和数字世界的协作。基于模型化方法建立可复用的知识模型体系,实现设备生产线的智能化协作,在系统与系统之间、服务与服务之间基于模型化接口进行交互,实现软件接口和开发语言与工具的解耦,贯穿框架支撑部署、数据处理和安全等服务的全生命周期。

边缘融合计算需要多种资源协同工作。在边缘融合采集系统对物理世界数字化过程中,采集

数据并对数据进行快速处理及数字化存储是系统需解决的关键技术。本工作提出基于分布式压缩的边缘计算、压缩、存储方法。首先对轮胎生产线的数据进行快速采集,通过分布式压缩感知的边缘算法^[3-5]对其生产、工艺、质量和设备相关数据进行压缩,主要过程如图3所示。

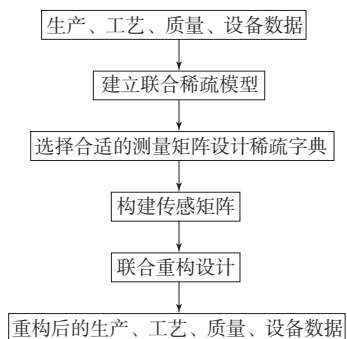


图3 轮胎分布式压缩感知过程模型

以分布式的压缩感知算法为边缘算法^[6-8],结合轮胎的生产特点,建立对应的稀疏模型、稀疏字典、传感矩阵,实现生产过程中采集数据的高效压缩和精确重构,为智能制造生产线优化控制提供数据模型的支持。

4 功能架构设计

智能化边缘融合采集系统结构采用模块化、微服务的方式,可根据不同业务应用场景进行灵活构建,其框架功能如图4所示。

4.1 模型构建

(1)采集模型:轮胎生产过程涉及工序、数据

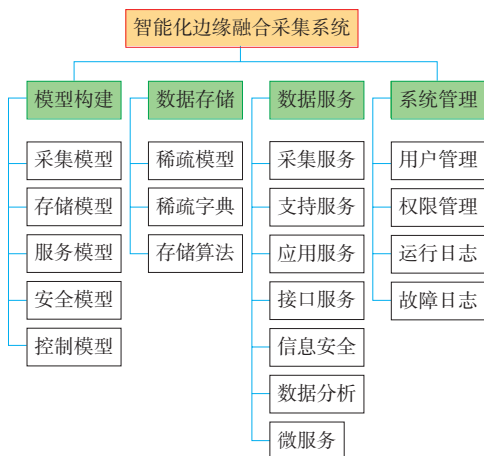


图4 智能化边缘融合采集系统框架功能

较多,需搭建与生产业务环境一致的采集模型,该模型可集成AB、西门子、GE、三菱、欧姆龙、力士乐、施耐德、浙大中控、ABB、霍尼韦尔等主流工控厂商的PLC及DCS系统通讯协议,支持各种工控设备、仪器仪表的通讯集成。

(2) 存储模型:因为数据量巨大,需建立对应数据的存储模型,实现数据的高效存储、分析和获取。

(3) 服务模型:微服务方式为生产及业务系统提供服务支持,支持数据处理、安全审计等服务,支持各种数据的学习、预测分析、优化服务,对数据进行智能化的优化、学习,对外提供各种应用服务,提供与第三方系统接口、互联网系统的集成。

(4) 安全模型:针对轮胎安全性,建立其安全行业模型,实现核心安全服务管理。

(5) 控制模型:实现对控制系统的对接,能够根据预测分析的数据,实现对生产过程控制的优化和反馈,实时优化系统的功能,提升系统运行效率。

4.2 数据存储

(1) 稀疏模型:基于数据模型的分析、学习、改进,建立对应的稀疏矩阵模型,实现对数据的高效压缩。

(2) 稀疏字典:基于对行业数据的分析,建立学习模型和稀疏字典,实现数据共性特征的提取,建立压缩数据的基础。

(3) 存储算法:运用DCS-同步正交匹配追踪(SOMP)分布式压缩感知算法及大数据分析技术,建立合适的稀疏矩阵模型,实现生产过程各种数据的压缩存储。

4.3 数据服务

(1) 采集服务:以模块化、微服务的方式对外提供标准化接口,实现与各设备控制系统及仪器仪表的集成,实现采集频率、速率、端口等参数的灵活配置。

(2) 支持服务:对外提供各种模型预测、数据分析服务,包括规则引擎模型、优化调度引擎模型、数据压缩引擎模型、预测分析引擎模型、性能优化引擎模型、深度学习引擎模型等组件。

(3) 应用服务:基于云平台的架构搭建数据与应用系统^[6-8],并对外提供各种支持服务,包括客户

端注册服务、接口集成服务、数字化服务、工业互联网服务、协同制造服务及企业生产智能制造相关的数据支持服务。

(4) 接口服务:提供标准化的接口,实现与第三方系统的集成。

(5) 信息安全:建立信息安全模型,实现数据的实时分析、监控,保证数据的安全、管理。

(6) 数据分析:提供数据分析功能,对异常数据可及时告警。

(7) 微服务:以模块化、微服务的方式对外提供各项服务。

4.4 系统管理

(1) 用户管理:对系统用户进行管理和维护,每个用户分配唯一的系统编码。

(2) 权限管理:对系统权限进行管理,为用户分配唯一的系统权限,对用户权限的使用时间进行记录,避免无权限人员进入和使用系统。

(3) 运行日志:对系统运行的时间进行记录,对运行状态进行标注和管理。

(4) 故障日志:对系统的状态进行实时检测,在发生故障时记录,并自动提示故障处理的措施。

5 设计开发环境

采用Visual. NET 2016开发软件和C#开发语言,以XML配置文件为基础,构建了通用性良好的应用程序模块化架构,提高了实施与维护的便利性。

6 应用场景

该边缘融合采集系统可快速构建部署采集应用及服务,实现数据的快速采集、预测、分发、控制,其已成为智能工厂建设的关键系统,并已在多家工厂得到实施,获得了一定的应用效果。

7 结论

智能化边缘融合采集系统可实现新信息的快速、动态采集控制,具备快速响应、高稳定性、可靠性及自主运行的能力,在无法稳定链接到数据中心资源情况下具备实时响应和控制功能。通过边缘计算能力,对数据进行二次处理,从而减少链接

数、数据迁移和带宽的成本。

参考文献:

- [1] 关岳,王戡.一种基于微服务的试验台数采分析展示架构[J].自动化博览,2020(9):68-73.
- [2] 晋荣,王瑞,程洪闪.基于微服务架构的综合运维系统设计[J].计算机与网络,2019(13):56-58.
- [3] 王鹤,李石强,于华楠,等.基于分布式压缩感知和边缘计算的配电网电能质量数据压缩存储方法[J].电工技术学报,2020,35(21):4553-4564.
- [4] LIU Y, JIANG P, WANG T X, et al. Compliance verification and

probabilistic analysis of state-wide power quality monitoring data[J]. 全球能源互联网(英文版),2018(3):391-395.

- [5] 林楚乔,佟辉,于温方,等.基于泛在电力物联网的配电网智能化状态监测与故障处理平台设计[J].东北电力大学学报,2019(4):1-4.
- [6] 陈玉林.基于云平台的高分数据存储服务模型及调度算法研究[D].开封:河南大学,2016.
- [7] 刘昇,冯维,江万寿,等.一种基于云计算模型的遥感处理服务模式研究与实现[J].计算机应用研究,2009,26(9):3428-3431.
- [8] 唐箭.云计算研究综述[J].内蒙古民族大学学报,2010,16(2):15-16.

收稿日期:2021-11-06

Development and Application of an Intelligent Edge Fusion Acquisition System

SUN Hongxi¹, JIAO Qingguo¹, LI Xiangbo²

(1. Wongoing Co., Ltd, Qingdao 266042, China; 2. MESNAC Co., Ltd, Qingdao 266042, China)

Abstract: Tire production is a typical hybrid manufacturing model. Aiming at the complexity of dynamic regulation and intelligent linkage of its production line, an intelligent edge fusion acquisition system is developed. The system can package, assemble and integrate the process data of the production line, establish the corresponding model for analysis and prediction, and carry out intelligent feedback control on the production line, thereby improving the production and manufacturing capabilities, rapid response ability and intelligent decision-making ability of the enterprises in response to the changes in customer demand, and enhancing the benefit and market competitiveness of the enterprises.

Key words: intellectualization; edge fusion; platformization; management system; model; digital management

《轿车轮胎冰地抓着性能试验方法》等8项 橡胶行业新制修订国家标准即将实施

日前,国家市场监督管理总局(国家标准化管

理委员会)发布2022年第2号公告,批准357项推荐性国家标准。《轿车轮胎冰地抓着性能试验方法》等8项橡胶行业相关国家标准(见表1)即将实施。

表1 8项橡胶行业新制修订国家标准

标准编号	标准名称	代替标准号	实施日期
GB/T 18944.2—2022	柔性多孔聚合物材料 海绵和发泡橡胶制品 规范 第2部分:模制品与挤出制品		2022年10月1日
GB/T 5577—2022	合成橡胶牌号规范	GB/T 5577—2008	2022年10月1日
GB/T 10544—2022	橡胶软管及软管组合件 油基或水基流体适用的钢丝缠绕增强外覆橡胶液压型 规范	GB/T 10544—2013	2022年10月1日
GB/T 24141.2—2022	内燃机燃油管路用橡胶软管和纯胶管 规范 第2部分:汽油燃料	GB/T 24141.2—2009	2022年10月1日
GB/T 24146—2022	用于油燃烧器的橡胶软管和软管组合件 规范	GB/T 24146—2009	2022年10月1日
GB/T 30196—2022	自体支撑型充气保用轮胎	GB/T 30196—2013	2022年10月1日
GB/T 41321—2022	自体支撑型充气保用轮胎刚度试验方法		2022年10月1日
GB/T 41327—2022	轿车轮胎冰地抓着性能试验方法		2022年10月1日

(本刊编辑部)