

基于大数据的针织MES生产计划与调度系统

冯勇, 蒋高明, 吴志明

(江南大学 教育部针织技术工程研究中心, 江苏 无锡 214122)

摘要:通过分析针织企业生产管理过程中存在的生产排单效率低、生产数据实时性差、缺乏对异常事件及时响应等问题,借助物联网平台,提出一种基于大数据的针织MES生产计划与调度系统结构模型,阐述该系统的构建方法和关键技术。文章利用云计算技术实现自动排产,建立针织多维数据模型,并实现实时跟踪与异常获取,再针对不同的异常事件完成智能化处理,最后将其应用于企业实际生产。结果表明,该系统运行稳定,生产状态反馈及时,数据展现方式直观,提高了生产计划与调度工作效率,推进了针织生产管理工作的信息化。

关键词:物联网;云计算;针织MES;生产计划与调度;多维数据模型;大数据

中图分类号:TS 184 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-4033(2018)03-0001-04

Big Data Based Production Planning and Scheduling System of Knitting Manufacturing Execution System Based on Big Data

Feng Yong, Jiang Gaoming, Wu Zhiming

(Engineering Research Center of Knitting Technology, Ministry of Education, Jiangnan University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract:Through analyzing the problems in the production management of knitting, such as the low efficiency of production scheduling, poor real-time data, lack of timely response to abnormal events and so on, and with the help of internet of things platform, it presents a structural model of knitting MES production planning and scheduling system based on big data, and expounds the construction method and key technology. It uses cloud computing technology to achieve automatic scheduling, establishes multidimensional data model of knitting to achieve real-time tracking and abnormal accessing, and then completes intelligent processing according to different abnormal events, which is applied in the practical production finally. The results show that the system is stable, the production status is timely feedback, and the data display is intuitive, which improves the efficiency of production planning and scheduling, and promotes the informatization of knitting production management.

Key words:Internet of Things; Cloud Computing; Knitting Manufacturing Execution System; Production Planning and Scheduling; Multi-dimensional Data Model; Big Data

在针织企业的生产过程中,生产计划管理与调度工作占据较重要的地位,关系着产品质量、成品

等级、交货周期及设备利用率等重要数据。目前,大部分针织企业仍根据车间主任或车间调度员的经

验来安排生产,由于订单量较多,品种翻改频繁,所以单纯依靠经验来排单难免会出现订单调度不及

基金项目:国家工信部智能制造综合标准化与新模式应用项目子课题,工信部联装[2016]213号;江苏省产学研联合创新资金-前瞻性联合研究项目(BY2016022-35)。

作者简介:冯勇(1992—),男,硕士研究生。主要从事针织企业生产管理系统的设计与开发。

通讯作者:蒋高明(1962—),男,教授。E-mail:jgm@jiangnan.edu.cn。

时、灵活性差、责任划分不清楚等问题。大部分生产计划的安排都是通过纸质文件在各个部门之间逐级传递,审核过程复杂且纸质文件的可追溯性和存储性不强。因此,实现针织企业信息化对针织企业长期可持续发展具有重要意义。

面向车间层的针织 Manufacturing Execution System(制造执行系统,简称MES),作为连接资源计划层和车间控制层之间的桥梁,可以通过合理、高效地安排车间生产任务来解决上述问题。

随着针织设备自动化、网络化的快速发展,每天的织造过程都会产生大量产品工艺、机器能耗和生产过程数据,除此之外,还包括传感器感应数据、网络传输数据、疵点图像数据等非结构化数据,因此,针织生产过程数据基本具备了大数据4V(Volume、Velocity、Variety、Value,即数据量大、速度快、多样性、价值密度低)的特点^[1],是一个典型的大数据。

在这种背景下,针织企业从数据时代进入了大数据时代。为了集成管理针织企业内部各类数据,实现信息共享,更好地分析与处理针织生产过程中产生的结构化与非结构化数据,在原有针织MES基础上,构建如图1所示的基于Hadoop(一种由Apache基金会开发的分布式系统基础架构)的针织大数据存储体系结构。

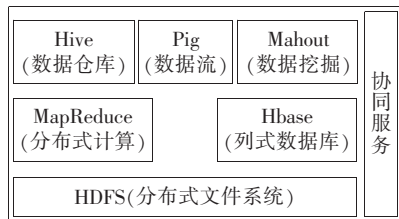


图1 基于Hadoop的针织大数据存储体系结构

本文综合利用大数据、云计算与物联网等新兴技术,设计并实现针织MES多品种小批量订单自动排产、生产异常及时准确捕捉、生产执行情况在线监控与主动反馈。

1 订单自动排产

自动安排生产计划与调度是针织MES的核心问题,也是近年来研究的热点之一。在大数据环境下,针织企业可以根据设定的优化目标、约束条件、优化策略和大量历史存储数据等各方面因素,快速实现订单自动排产。

1.1 体系结构设计

影响针织生产优先级的因素有很多,如品种、订单总量、生产周期、调机时间、客户重要程度、加权目标函数等,根据优先级的不同,选择的排产算法也不同,因此采用云计算技术将各种调度算法进行虚拟化与服务化^[2],从而使车间调度人员的工作更加高效。当针织MES生产计划与调度模块向算法云平台发送请求时,云平台(如图2所示)通过对请求参数进行解析和相关计算,再综合历史信用评级、算法运行效率等指标完成推荐度排序计算,并结束对服务请求的响应,返回优化后的候选集合^[3]。

1.2 关键技术

算法云服务子平台基于云计算技术,应用Spring、SpringMVC及MyBatis框架(这3者是一套开放源代码的设计层面框架)进行搭建。算法云服务资源池对每个算法进行抽象封装,将它们封装成独立的Web Service(基于可编程的Web应用程序),同时利用Web Services Description Language(网络服务描述语言,简称WSDL)保存相关描述信息。

算法云服务在对海量数据进行搜索与智能匹配时,首先快速获取算法云服务的请求语句,再根据标准的服务器解析器对其进行解析,然后通过Pellet(基于Java的开放源码系统)等推理机进行语义推理,产生候选算法云服务集,最后利用Quality of Service(服务质量,简称QOS)匹配算法实现最优算法云服务调度处理^[4]。

调度算法云服务子平台的核心功能是智能匹配与推荐,在进行功能匹配时,主要从5个维度对服务资源和请求进行语义匹配,分别是前提条件、目标函数、输入参数、输出参数、基本描述,并且前后语义关系必须为包含关系才可以加

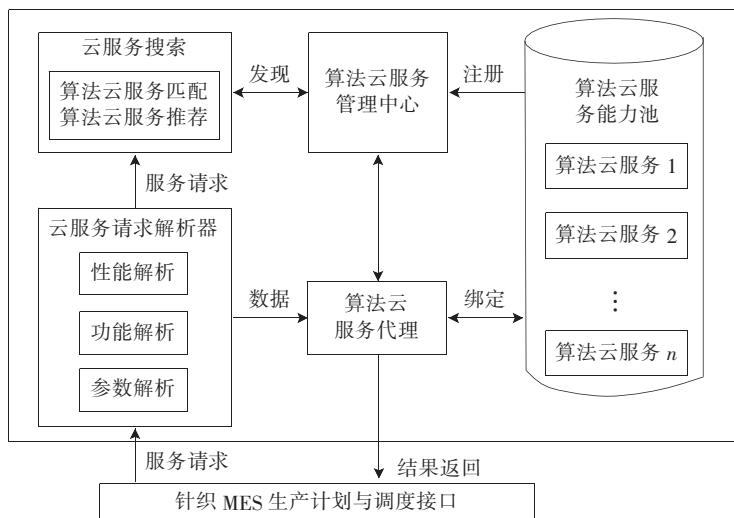


图2 算法云服务子平台

入候选算法服务集合。在进行性能匹配度计算时,主要关注实现方法的精确度、所需耗时、可靠性以及稳定性这4个关键性能指标。此外,在实际应用过程中,还加入了算法服务请求者的历史评价等级和云平台对算法服务过程实时状态变量的监控值。通过一系列计算,最后生成按匹配度排序的算法服务集合,并推荐给服务请求者^[5]。

2 多维生产数据实时跟踪与异常获取

针织车间织造过程会遇到各类主观、客观的突发事件,如订单总量临时变更、客户个性化需求、机器异常调修等随机事件,这给针织生产计划与调度带来许多不确定因素,因此必须对针织产品生产全生命周期进行实时跟踪,同步采集织造过程多维数据,以保证动态调度系统数据分析的准确率。

2.1 针织生产多维数据模型

为实现统一的数据接口,建立一个织造数据共享互联的环境,本文提出一种针织生产多维数据模型,模型包含以下6个维度的数据。

a. 生产车间环境数据。主要指影响针织设备性能、坯布质量、车间人员身体健康的环境参数,如车间温度、湿度、飞花及毛羽情况等。环境数据有利于更科学地分析坯布质量和针织设备运行状态受环境影响的规律。

b. 针织设备运行状态参数。用来反映针织设备运行的健康状态,如温度、油压、加速度等,此类数据采样频率高,需要借助不同的传感器完成。

c. 针织设备运行工况数据。此类数据是进行设备检修的参考条件和设备生产水平的分析依据,主要包括针织设备主轴转速、运行模式、停机次数。

d. 针织设备的维修保养记录。主要包括针织设备的故障原因、维修时长、保养措施、更换记录,这些数据有助于建立高质量的设备运行状态预测模型。

e. 挡车工操作绩效数据。主要指挡车工当班产量、上机工艺、疵点种类和数量记录、能耗数据,此类数据用于分析员工平均产量和操作熟练程度,预测产品最终质量效果。

f. 织造过程数据。主要指订单的实际加工时间和预计落布时间以及机上产品当前织造进度。

为了同步获取多维数据,必须要采用多元化的采集方法,即一部分直接通过与 Enterprise Resource Planning(企业资源计划,简称ERP)、Bill of Material(物料清单,简称BOM)建立通讯接口进行获取,另一部分必须采用 Zigbee 技术(一种近距离、低功耗的双向无线通信技术)在生产现场部署智能传感器来获取。利用 Zigbee 技术对针织车间生产数据进行实时采集是实现底层车间海量数据实时获取的核心技术^[6]。

2.2 实现技术

应用 Zigbee 技术的针织车间数据实时采集系统主要由采集模块和分析处理模块两部分组成,如图3所示。该系统搭载 Chipcon 公司的 CC2430 Zigbee 芯片,与同类产品相比,它的集成度高、功耗低,且具有与 Zigbee/802.15.4 全兼容硬件层和物理层以及增强型 8051

内核,而传感器主要包括 PT100 温度传感器、DHT11 湿度传感器、XY194E-9SY 智能电表、TK-12N 转速传感器等。整个数据采集流程自下向上,Zigbee 底层节点获取数据后经初步处理汇聚至上层节点,再通过数据分析处理模块对数据进行加工,剔除无效数据,保证底层数据的有效性,同时也减小上层服务器的负载,最后通过针织车间无线网络上传到云数据库^[7]。考虑到针织车间机台数量较多,每台机器上都有数据采集终端系统,为防止信号干扰,采用过压保护电路起到抗干扰作用。

实际工作中,整个系统以一种神经网络的调节方式在运行,即底层向控制层发送基础数据,控制层向底层发送指令的方式。

3 异常事件智能化处理

通过 Zigbee、传感器等物联网技术,车间管理人员能够在第一时间掌握订单和生产过程中的异常变化,此时必须针对变化做出快速响应,确保织造的顺利进行^[8]。由此可知,要想实现针织生产动态调度,必须完成两部分工作:对织造过程异常事件进行定义并根据一定特点进行类别划分;对分类后的异常事件进行分类处理,通过相关决策分析给出最优解决方案。

3.1 异常事件的定义与分类

异常事件是指超出正常计划范围的加工任务、坯布织造状态、织机运行状态以及车间资源使用情况。根据异常事件发生的原因,

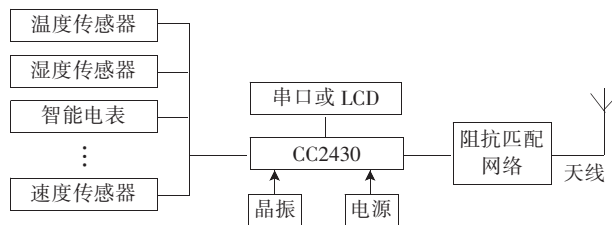


图3 Zigbee 车间数据采集系统结构图

可以将其分为两大类,见表1。

S1类型异常事件主要是指坯布交付期发生变动,它主要受ERP订单管理模块的影响;S2类型异常事件是指来自底层车间控制层的异常事件。

3.2 异常事件的决策分析与处理

为了达到织造过程中快速智能响应生产变动的目的,必须清楚掌握每个织造变动事件及其对应的处理动作。

首先,处理系统要能够及时向上层反馈异常信息,然后基于大数据分析技术进行决策分析,将异常事件与处理动作进行关联,达到一定相关程度时,采取对应的响应方法。此外,智能化处理系统针对异常信息采取应对方法的同时,还应该尽量减少频繁改变织造计划而产生的系统波动^[9]。因此,该系统应具备以下两方面功能。

a. 异常事件感知。为了准确感知针织车间实时采集系统获取到的大量异常信息,智能处理系统采用监控通讯接口技术和定时轮询机制来设计异常事件感知模块,通过提取关键异常性能指标高效地进行异常事件捕获,然后将捕获到的异常事件与异常智能化处理系统中的事件集合进行语义匹配,以支持决策分析。

b. 决策分析。作为智能化处理系统的核心,决策分析主要为织造变动事件推荐最优响应方法^[10]。

对于上述感知模块中捕获到的织造变动事件,本文提出以下两种决策分析方法:

a. 基于Event-Condition-Action(事件条件驱动,简称ECA)规则的实现,该机制的关键是建立合理的ECA规则集,再循环判断该集合中的每一条数据,当异常事件E发生且符合触发条件C时,返回

表1 异常事件分类

类型编号	事件	具体情况
S1	订单变更	例如:需要提前或延迟正在织造的坯布交货期
	加急订单	例如新增较高优先级的订单,必须保证其按时完成
S2	织造准备阶段	工艺是否准备就绪,人员是否准备就绪,设备是否准备就绪
	上机织造阶段	工艺更新,工序偏离计划,设备故障

响应动作A,否则循环继续;

b. 基于关联关系的实现,该机制的核心是建立与维护动态更新的关联关系集合,见式(1)。

$$\text{Association_Set} = \{as_1, as_2, as_3, \dots, as_n\} \quad (1)$$

式中: $as_i = (E, A, P)$, E 是织造变动事件集合, A 是响应动作集合, P 是一个概率值,表示 E 和 A 之间的关联度。如果 E 事件为真,则调用相关函数获得 E 的相同事件集,当 E 的相同事件集非空时则查询最大关联度 $P_{\max}$,返回当前 $P_{\max}$ 对应的 as_i 并执行相应处理动作 A 。

上述两种决策分析的实现机制各有优缺点,相互补充,可有效提高数据分析的准确性,保证事件处理动作的有效性。

4 结束语

本文提出的系统在镇江某针织企业实施以后进行了生产计划与调度测试,实施效果显示,该系统能有效集成企业ERP和底层数据采集系统,提高了生产计划制定效率,快速捕获异常事件并采取智能化响应处理,设备平均综合利用率提高了8%,保证了敏捷化的针织生产过程,大幅提升了企业竞争力和精细化管理程度。

通过综合运用物联网、大数据、云计算等新兴技术,设计并实现了订单自动排产、多维生产数据实时跟踪与异常获取以及异常事件的智能化处理,从而完成了针织车间生产计划的制定与动态调度,在提高企业生产效益的同时,也为

传统针织生产模式向基于大数据的针织生产模式的转变提供了新的思路和实现方式。

参考文献

- [1]詹俊,费树岷.基于数据挖掘的纺织企业质量管理体系[J].江苏纺织,2013(1):42-46.
- [2]徐迭石,刘胜辉,马超,等.大数据环境下MES作业计划与调度能力云服务化研究[J].计算机工程与科学,2016,38(4):624-633.
- [3]王中杰,杨琛,张新,等.云制造环境下生产加工云能力服务[J].计算机集成制造系统,2012,18(7):1453-1460.
- [4]刘晓茜.云计算数据中心结构及其调度机制研究[D].合肥:中国科学技术大学,2011.
- [5]沈磊,郭钢,董元发,等.面向装备制造行业的云制造服务需求与资源响应模型[J].中国机械工程,2014,25(7):911-917.
- [6]蒋高明,张吉生.互联网针织关键技术开发与应用[J].纺织导报,2016(7):53-56.
- [7]嘉丹丹,蒋高明.网络化纬编制造执行系统的构建[J].针织工业,2016(11):11-13.
- [8]陶培培,蒋高明,丛洪莲,等.基于Zigbee的经编织造执行系统设计[J].针织工业,2017(6):1-5.
- [9]张恺琪,张淑丽.智能作业车间动态调度系统研究与实现[J].黑龙江工程学院学报,2016,30(4):36-40.
- [10]张映锋,赵曦滨,孙树栋,等.一种基于物联技术的制造执行系统实现方法与关键技术[J].计算机集成制造系统,2012,18(12):2634-2642.

收稿日期 2017年7月7日