

文章编号 :0253-9721(2007)02-0081-05

基于多 Agent 的印染企业生产过程监控系统

张建新^{1,2}, 钟廷修²

(1. 浙江理工大学 浙江省现代纺织装备技术重点实验室, 浙江 杭州 310018; 2. 上海交通大学, 上海 210022)

摘要 针对印染企业生产规模扩大后带来的印染设备和监控系统多样化和分散化的特点,提出了一种基于 Agent(智能体)技术的染厂生产过程监控系统。采用层次结构和现场总线技术实现异构印染设备和软件系统的硬件连接,采用多 Agent 技术实现异构印染设备和软件系统的功能集成。讨论了组成染厂生产过程监控系统的多 Agent 模型和结构。该生产过程监控系统可以与印染企业的 ERP 系统、生产过程管理系统和车间自动控制系统之间进行集成,实现印染企业的管控一体化,达到快捷生产的目的。

关键词 智能体; 印染; 监控; 快捷生产

中图分类号: TS1 03.7 文献标识码: A

Supervising and controlling network for dyeing process based on multi-Agent

ZHANG Jianxin^{1,2}, ZHONG Tingxiu²

(1. Zhejiang Provincial Key Laboratory of Modern Textile Machinery, Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou, Zhejiang 310018, China; 2. Shanghai Jiaotong University, Shanghai 210022, China)

Abstract Aiming at the diversified and spread dyeing and printing machines and supervising and controlling systems brought about by scaling-up of production in dyeing enterprises, a new type of dyeing process supervising and controlling system (S&C) based on multi-Agent technology is proposed. The heterogeneous dyeing machines and software systems are interconnected through fieldbus under the framework of hierarchy structure and their functions of heterogeneous networks integration is implemented by the multi-Agent technology. Furthermore, the model and framework of multi-Agents of different layers are discussed. This multi-Agent-based system can be integrated with different ERP systems, process management systems and dyeing control systems, thus realizing the integration of enterprise management and control function, and quick change manufacturing (QCM).

Key words Agent; dyeing; supervising and controlling; QCM

随着印染企业生产规模的扩大以及各种新型印染设备和控制系统的应用,印染企业的生产呈现出分散化、异构化的趋势,给生产监控带来了一定的困难。现有的印染生产监控系统大都采用集中监控方式,将印染设备通过现场总线如 CAN、Profibus 等直接与上位监控计算机相连接,适合于设备数量少、种类单一的场所;但由于其在可靠性、可扩展性等方面存在着不足,难以实现异构、分散设备的监控和集成,造成了封闭的信息化孤岛,因此,必须建立与分散异构环境相适应的印染企业生产监控系统。

近年来出现的 Agent 技术是一种分布式智能控制技术,它能够较好地解决分布式异构环境下的印染企业生产过程监控问题^[1]。基于 Agent 技术的生产过程监控系统以先进的染色设备联网技术如 CAN、Profibus 以及工业以太网技术为纽带^[2],以 Agent 技术为手段将地理位置上分散的异构印染设备和软件系统连接起来,形成全企业的监控系统,不需要对现有染色设备和监控软件进行大的改造;同时,它能和企业的上层信息网络系统如 ERP 集成,也可以和印染企业的车间管理与控制系统集成;并

收稿日期:2006-04-03 修回日期:2006-08-31

作者简介:张建新(1972-),男,副教授,硕士。研究方向为纺织企业信息化、计算机控制与现场总线技术等。E-mail:zjx@zstu.edu.cn。

能满足扩展性和配置性等方面的要求。

本文探讨了基于 Agent 技术印染厂生产过程监控系统的物理框架和多 Agent 实现问题,并对多 Agent 的协作机制、单 Agent 的内部结构与实现等问题进行了论述。

1 Agent 技术概述

Agent 又称为智能体,通常把一个能感知环境信息,自主采取行动,并能实现一系列预先设定目标或任务的实体称为一个 Agent^[1]。它具有目标性、自治性、反应性、预知性等特点。有时候单 Agent 由于受本身所拥有的知识、资源等的限制,无法独立实现复杂的系统功能,因此多 Agent (Multi-Agent) 技术得到迅速发展。例如一个印染企业生产监控系统可以被划分为很多相对独立的子监控系统,每一个子系统就是一个 Agent,通过它们之间的合作来完成整个印染企业的生产监控系统。

Agent 是一个能独立执行的软件模块,它能在单独的硬件平台上运行,并能够通过现场总线和其它 Agent 协作,完成监控功能。

目前 Agent 技术在机械制造、流程工业等领域得到了应用,主要利用 Agent 技术完成制造资源集成、生产过程监控、分布式控制等功能,实现柔性制造^[3]。印染生产过程和机械制造等行业相比,具有不同的特点:如印染设备的异构化程度高,自成系统,集成困难;印染生产现场的数据量庞大,数据种类和格式各异,数据传送的实时性和可靠性要求高;与连续式流程工业不同,印染生产是按配方(染程)生产,且大都是间歇式生产,生产管理系统需要下载不同的参数和工艺给不同种类的印染设备等。因此,将 Agent 技术应用到印染生产过程监控系统中,要充分利用 Agent 的自治性和反应性等特点,重点解决异构染色设备的集成问题以及异构数据的采集和下载等关键问题,以满足印染生产监控的特殊要求。

2 基于 Agent 的生产监控系统框架

2.1 印染企业生产监控系统的物理拓扑结构

针对印染企业的生产特点,提出一种层次化印染企业生产监控系统的物理拓扑结构,如图 1 所示^[2]。

监控系统位于控制网络层,为信息网络层的系统和用户提供服务,采用层次结构实现,由生产过程

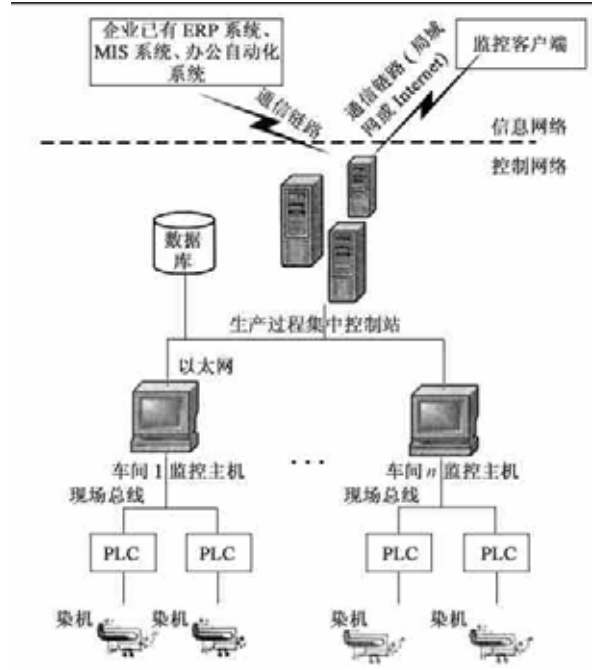


图 1 印染企业的生产过程监控网络

Fig.1 Supervising and controlling network for dyeing process

集中控制站、车间监控站以及生产状态数据库和生产现场控制器组成。生产过程集中控制站是整个监控系统的核心,其功能包括全企业生产过程监控,车间能耗和水资源监控,和企业 ERP 系统集成,与用户的交互。在生产过程集中控制站上,可设立 WEB 服务器,以 B/S 方式与用户交互。车间监控站作为生产集中控制站在车间现场的代理而存在,它是一个具有智能化的独立工作站。一个车间监控站可以负责同种类型印染设备的监控。它位于生产过程集中控制站和生产现场之间,一方面通过现场总线连接现场设备和控制器,另一方面通过以太网和生产过程集中站连接,完成生产参数下载、实时数据采集、能耗和水资源数据采集以及异构监控信息转换等功能。车间监控站的实时数据通过生产状态数据库交给生产过程集中控制站。

这种小集中、大管理的结构既具有分布式控制系统的敏捷、灵活、可靠性高的优点,又具有一定的集中性,体现出系统稳定协调的优点,也便于利用 Agent 技术实现。

2.2 印染企业生产监控系统的多 Agent 结构

为了实现有效的控制,在印染企业生产过程监控物理网络的基础上,软件功能上采用 Agent 技术构建生产监控系统。图 2 为印染企业多 Agent 监控系统的模型。

与生产监控系统的物理结构相适应,Agent 的组

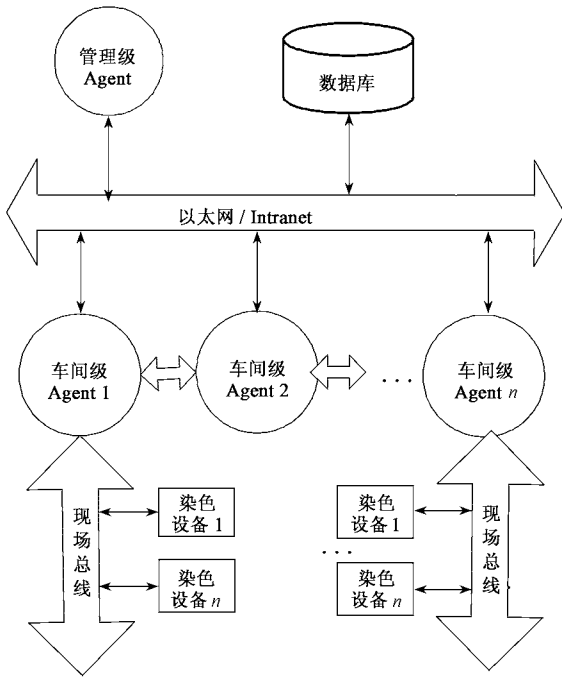


图 2 印染企业生产监控网络的多 Agent 模型

Fig. 2 Multi-Agent model for the S&C network of dyeing process

织采用分布式层次结构^[3]。按照各 Agent 所处的层次不同,考虑印染企业的实际情况,分为二大类型 Agent。一类 Agent 运行于生产过程集中监控站上,属于管理级别的 Agent,它主要是组织监控任务、进行任务分配、与染色生产管理与控制系统集成等,它提供的是系统级的服务;另一类 Agent 运行于车间监控计算机上,属于车间级别的 Agent,它是一个独立的监控系统,接受管理级 Agent 的任务,实时采集生产工艺数据和下载生产工艺参数。异构的染色设备通过车间级 Agent 的封装后,可以和生产监控系统进行集成。每一类 Agent 按照其完成的功能不同,又可分为许多子 Agent。图 3 为 Agent 的细分以及多 Agent 之间的协作关系示意图。

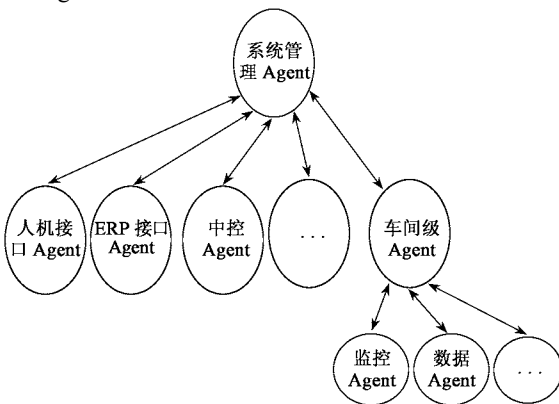


图 3 多 Agent 的协作结构

Fig. 3 Coordination structure of multi-Agents

2.2.1 管理级 Agent

管理级 Agent 包括系统管理 Agent、中控 Agent、ERP 接口 Agent、人机接口 Agent 等。

2.2.1.1 系统管理 Agent 系统管理 Agent 主要是针对全局进行管理,完成组织协调级功能。它负责各成员 Agent 的登记注册及网络身份验证;组织生产监控任务并分配给各车间 Agent;与车间监控 Agent 通信等,并负责系统的对外交互活动。系统中可能存在 1 个或者多个管理 Agent。

2.2.1.2 中控 Agent 中控 Agent 实现染色生产管理与控制系统(称为中控)的功能,包括染程管理、批号管理、历史资料管理、系统信息管理、染缸排程等^[2]。不同厂家异构中控软件以 Agent 的形式与系统其它部分集成。中控 Agent 是生产监控系统与生产管理与控制系统的接口。

2.2.1.3 ERP 接口 Agent ERP 接口 Agent 的主要功能是提供生产过程监控系统与企业已有的 ERP 系统或者管理信息系统的集成接口。它接受来自 ERP 的监控任务,交给车间级 Agent;也可以根据 ERP 的要求,将生产数据返回给 ERP 系统。

2.2.1.4 人机接口 Agent 人机接口 Agent 的功能是为了方便用户对监控过程的干预而提供的接口。人机接口 Agent 能针对不同的用户提供界面良好的配置工具,并根据用户的不同监控要求,产生不同的监控任务,交给车间级 Agent 进行执行。

2.2.2 车间级 Agent

车间级 Agent 包括车间管理 Agent、监控 Agent 和数据处理 Agent 等。这部分 Agent 运行于车间监控计算机上,对于所有的车间监控计算机而言,具有相同的结构。它接受生产集中控制计算机的任务指派,交给过程控制系统(如 PLC),并将监控数据经过转换后写入实时数据库,交给管理级 Agent。

2.2.2.1 车间管理 Agent 车间管理 Agent 是系统管理 Agent 在各个生产车间的代理。它负责对本车间的多个 Agent 进行组织和管理,代表本车间接受系统的监控任务,并与其它车间管理 Agent 协作。这里的车间是逻辑车间,即相同和相似类型的设备可以组织在同一个车间中,而不用考虑其地理位置的差别。

2.2.2.2 监控 Agent 监控 Agent 在车间管理 Agent 的指挥下,负责对染色设备的实时监控,主要功能包括印染工艺参数下载、生产数据采集、能源和原材料消耗检测、水回收与利用检测等。它所采集的数据将交给数据 Agent 写入生产状态数据库。同时,它所需要的工艺数据也通过数据 Agent 从生产状态数

据库获取。

2.2.2.3 数据 Agent 印染设备和控制器、现场总线通信接口的类型多样,数据格式有很大的区别。数据 Agent 的任务是接受来自监控 Agent 的数据,转换为标准格式,存入生产状态数据库中,或者是做相反的转变。

2.3 Agent 的内部结构和实现

2.3.1 Agent 的内部结构

图 4 为监控 Agent 的内部结构图^[3]。该结构由通信接口、规划与控制、状态保存、数据采集与下载、数据处理/推理/运算、规则库等模块组成。通信接口是监控 Agent 与其他 Agent 进行交互的通道,实现消息的接收/发送以及解释/转换等功能;数据采集与下载模块直接与过程控制系统连接,通过现场总线接口读取染机设备实时生产数据和水资源能耗等其他数据,并将生产工艺参数下载传给染机设备;数据处理/推理/运算模块则根据某种算法对所采集的数据进行预处理,处理后的数据再交由通信接口模块发送给数据 Agent。中间数据记录和工作状态保存模块是对数据采集和处理过程的中间结果和系统状态进行保存。规划与控制模块是整个 Agent 内部各个模块的协调者和指挥者,它根据通信接口模块的请求,根据某种规则,调用相应的模块进行处理。规则库存放的是监控 Agent 的内部规则和控制算法。

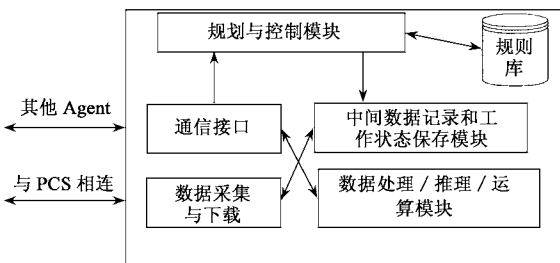


图 4 监控 Agent 的内部结构

Fig. 4 Internal structure of the monitoring Agent

2.3.2 Agent 的实现和工作过程

Agent 的实现可以是纯软件方式,也可以是软硬件结合方式。如前所述,本监控系统中提出的 Agent 均是软件 Agent,它们可以采用面向对象程序设计语言 C++ 来实现,也可以使用已有的解决方案,如 Windows DNA 体系结构 J2EE 等,限于篇幅这里不再详述。

系统的工作过程是:用户通过浏览器以 HTTP 协议的方式或者是 ERP 系统访问生产过程集中控

制站,通过人机接口 Agent 和 ERP 接口 Agent 将监控任务交给系统管理 Agent,由管理 Agent 将任务传递给车间管理 Agent,由其交给监控 Agent 和数据 Agent 共同完成任务。位于同一计算机内部的 Agent,采用进程间消息传递的机制进行通讯。车间监控计算机之间采用 RPC 或者 DCOM 技术进行相互访问^[4]。系统管理 Agent 和车间管理 Agent 之间采用 SOCKS 技术,采用自定义应用层协议进行通信,并以数据库作为大批量数据访问的平台。

本文提出的印染企业多 Agent 监控系统的模型,可以构成中大规模印染企业的染厂生产监控系统。它具有以下优点^[5]:1) 监控系统具有很好的扩展性和柔性,能够兼容异构环境下各种印染生产设备的监控需求。2) 各子监控系统具有良好的自治性,可实现分散控制,减少现场和生产集中控制站之间的信息流量,提高监控系统的响应速度;也可避免网络故障造成监控信息的丢失,提高监控系统的鲁棒性。3) 采用多 Agent 协作机制,使得监控系统具有良好的集成性,实现了异构监控信息的收集、转换和集成的统一,从而能满足印染企业的生产监控要求。

3 结 论

基于多 Agent 技术的印染企业生产监控系统,既能够实现异构印染设备的连接,组成印染企业的全企业监控网络,又能通过 ERP 接口 Agent 实现与已有 ERP 系统的集成,通过车间 Agent 实现与不同生产过程控制系统的集成,有助于实现企业的管控一体化,解决企业内部的信息孤岛问题。而且采用多 Agent 模型可以减少网络数据流量,提高监控网络的可靠性,提高系统的运行效率。该技术为印染企业信息化的发展提供了一种解决思路。

目前还没有在印染企业中构建 Agent 的统一方法和规范,未来的发展方向将着重在 Agent 技术的具体实现。可以预见,随着 Agent 技术的进一步发展和应用,在印染企业可以建立基于多 Agent 的分布式智能控制系统,进一步发挥各成员 Agent 的自治能力和协调合作能力,提高整个生产系统的决策能力,实现生产设备智能调度和监控,为印染企业生产水平的提高服务。

FZXB

参考文献:

- [1] 王纯贤,王治森,褚学宁,等.分散网络化制造环境下 (下转第 88 页)

(上接第 84 页)

- 基于移动 Agent 和 Web 的生产监控研究[J]. 制造业自动化, 2002, 24(2) :36 - 41 .
- [2] 张建新. 基于工业以太网的染色设备监控系统[J]. 纺织学报, 2005, 26(4) :109 - 112 .
- [3] 孙宇, 张军, 张荣涛. 采用多 Agent 模型的检测监控系统研究[J]. 组合机床与自动化加工技术, 2000, 20(9) :34 - 37 .
- [4] Teppo Pirttioja, Aarne Halme, Antti Pakonen, et al. Multi-agent system enhanced supervision of process automation[C]//Proceedings of the IEEE Workshop on Distributed Intelligent Systems: Collective Intelligence and Its Applications (DIS' 06) . USA: IEEE Computer Society, 2006 : 151 - 156 .
- [5] Park S J, Lim J T. Modeling and control of agent-based power protection systems using supervisors [J]. IEEE Proc-Control Theory Appl, 2006, 153(1) : 92 - 98 .