

一种热轧过程计算机系统集成中间件平台

A Middle - Ware Platform For Integration of Process Computer System For Hot Strip Plant

许春飞 (上海交通大学软件学院 200030)

摘要:随着过程控制系统逐渐从封闭式系统向开放式系统转变,中间件技术在过程控制系统集成开发中的作用越来越大。本文针对热轧过程控制计算机系统集成开发中所存在的问题,提出了一种热轧过程控制计算机系统集成中间件平台的开发方案,该中间件平台具有实时进程调度管理、可扩展的通讯管理、实时数据管理、MVC 架构下的实时画面管理、报表生成等功能,并已在某钢厂的二热轧系统改造中成功应用。

关键词:中间件 过程计算机系统 MVC 架构

1 引言

随着计算机技术及其网络技术的不断发展,计算机系统变得越来越复杂,系统集成过程中的主机异构和功能分布式需求逐渐成为需要克服的关键因素。这种趋势使得软件设计开发对软件开发人员的技术配置和知识积累提出了更高的要求。在这种实际需求的驱动下,降低软件开发风险度的中间件技术得到了长足的发展,形成了软件行业的一大主流。

应客户的需要,过程计算机系统从原来的封闭式系统逐渐向开放式的系统转变以满足技术通用性后期维护设备的有保证的需求。但是在获取通用性所带来的优势的同时如何来保证封闭系统所保证的系统响应性、可靠性和稳定性呢?中间件技术^[1]无疑成了回答这个问题的最佳答案。

本文对热轧过程计算机系统开发过程存在的问题进行了分析,阐述了通过开发一个中间件来解决现存问题的方案,最后通过一个应用实例来说明该中间件的使用方式。

2 热轧过程计算机系统

2.1 概述

热轧过程计算机系统处于钢铁生产流程中的中间位置,它和前道的冶炼过程有着本质上的区别,冶炼过程属于化学式的慢过程,但是热轧则属于热处理,快速的物理变形及其在物理加工过程中热转换过程对系统

的实时性提出很高的要求。其主要有如下特点:

(1) 基于事件。热轧过程计算机系统从本质上来说是一个基于事件的处理系统,它接受外界发来的各种事件信号,并进行相应的业务处理。

(2) 实时性强。热轧过程计算机系统通过对下位执行机构设定参数来有效地控制产品精度。为了保证设定数据和告诉运行带钢位置的同步,要求系统必须在最短的时间内完成设定数据的计算,这对系统的实时性提出了要求。

(3) 分布式结构,系统之间交互频繁。热轧过程计算机系统是由多台型号相同或不同的设备构成,属于分布式结构,不同的设备通过消息机制协同工作,信息交互非常频繁。

(4) 对外接口复杂,使用不同的通讯方式或协议。过程计算机系统在整个管理系统中处于承上启下的位置,它上连生产管理系统,下通基础控制系统,同时还要和其他的过程控制系统相连,接口非常复杂

2.2 热轧过程计算机集成开发过程中的难点

(1) 异构特征。在现代的热轧过程计算机系统的集成和开发中,设备的异构特征非常的突出,在 C/S 结构^[2]中,客户端和服务端使用的操作系统通常是不一样的;同时承担全部业务处理功能的主机设备也存在着设备类型及其操作系统不同的现场。如何解决这些异构系统之间的通讯和协调问题是一个需要解决的问题。

(2) 接口的复杂性。热轧过程计算机系统 (RPCS) 通常要和基础的执行机构 (PLC)、现场的测量仪表 (SM)、上位的生产管理系统 (PCC)、同级的过程计算机系统 (OPCS) 及其他辅助的管理系统 (SMS) 进行通讯, 结构如图 1 所示。在系统集成中需要解决不同接口的适应性问题。

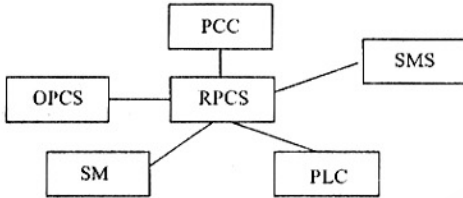


图 1 热轧过程计算机系统的对外接口

(3) 实时数据管理。数据管理对于实时性不是很强的系统来说, 是一个无关紧要的问题, 但是对于象热轧这类具有高实时性要求的系统来说就成了一个必须要关注的问题, 因为这影响到最终系统的相应性能

(4) 实时画面显示。画面是操作人员了解设备状态和生产过程状态的窗口, 热轧生产线的画面必须实时的向操作人员显示带钢的物理属性的变化, 如温度、厚度、宽度、长度等随着生产过程的推进而不断变化的信息。

3 中间件的实现方案

3.1 体系架构

为了解决热轧过程计算机系统集成过程中遇到的问题, 为热轧过程计算机系统在集成开发中可能碰上的问题提供了统一的解决方案, 我们开发了一个通用的中间件平台 (HRMW, Hot Rolling Mill Integration Middle Ware)。该中间件根据热轧过程机系统集成开发的特点, 对实时进程管理、实时数据管理、实时信息显示、报表管理功能进行了封装, 通过提供统一的接口。其体系结构如图 2 所示。

该中间件具有如下功能:

- (1) 实时进程管理, 完成部署在相同或不同主机上的进程之间的实时通讯。
- (2) 进程间通讯管理, 通过缓冲机制来完成大量数据在不同进程之间传输。
- (3) 实时数据管理, 借助于内存数据库技术来实



图 2 体系架构

现对保存在数据库中的数据实时读写。

(4) 实时画面管理, 提供实时地显示生产过程中产生的各种信息的手段。

(5) 可配置的通讯管理, 满足和对通讯规范有不同需求的系统或设备之间的通讯。

3.2 关键技术

(1) 实时进程调度管理^[3]。在过程计算机系统中, 进程的调度发生的重要因素是接受到来自外围系统的事件触发。事件的随机性性质决定了事件调度的发生没有可预测的规例^[4], 因此中间件平台必须具有随机性调度的功能。

定周期调度作为随机性调度功能的补充, 主要用于两种场合:

- 生产管理的周期性需要, 如班报管理
- 系统在某种条件下需要对一些设备的状态进行周期性的监视。

虽然操作系统提供了通用的进程管理和调度功能, 但是它无法满足过程控制系统的要求。针对热轧过程计算机系统的任务调度的特性, HRMW 扩展了操作系统提供的进程管理和调度功能, 提供了定周期调度和随时调度功能, 满足任务的周期性管理和事件相应的随意性发生的要求, 具体的实现逻辑如图 3 所示:

如图 3 所示, 中间件的事件接受模块接受到来自外围设备的事件激励之后, 首先把事件消息写入消息队列^[5]; 然后通告调度模块, 调度模块在接受到通告之后从消息队列中, 取出事件消息; 最后根据事件消息启动应用程序, 完成一次随机调度。

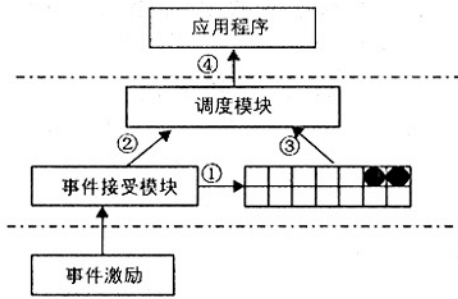


图 3 热轧过程计算机系统中进程调度的实现

(2) 进程间通讯管理。热轧过程计算机系统还有一个特点是,进程之间存在着大量的数据通讯,在顺序执行的进程之间,前一个进程需要把本进程计算的数据传递给另一个进程,如计算进程完成对下位执行机构的设定数据的计算之后需要把数据传递给参数设定进程,再由设定进程把数据发送给特定的执行机构。流程如图 4 所示。

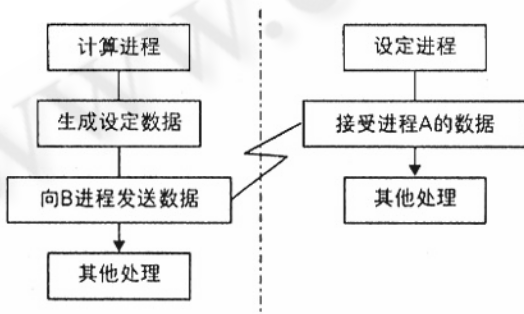


图 4 热轧过程计算机系统中的进程间通讯

进程间数据的传送,通常的方式是通过内存文件来完成,但是内存文件的管理存给系统带来了额外的开销,降低的处理效率。HRMW 采用的缓冲区传递方式来完成大批数据在不同进程之间的通讯,相对于内存文件的方式效率有了很大的提高。

(3) 实时数据管理。实时数据管理模块实现了一个小型的实时内存数据库^[6]。它管理的基本单元是表,每个表的构成与商用关系式数据库中的表相同,行是记录,列是字段。两者的区别在于容量及其数据保存的实效性上。

实时内存数据库机制是 HRMW 中间件确保数据实时显示管理的关键。HRMW 实现了一个高效的内存数据库,提供了对记录的随机存储、按关键字存储、记

录的锁管理等功能。系统在初始化时就根据配置文件把保存在不同数据上的数据库中的数据加载到内存数据库实现数据的实时读取和更新,并通过同步机制保证数据库和内存数据库中的数据的一致性。

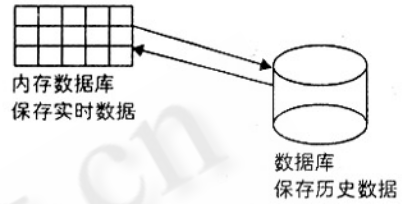


图 5 数据的分级存储模式

(4) 实时画面管理。热轧过程计算机系统要求各类生产实绩数据能够实时地显示在操作室的画面上,HRMW 使用 MVC 结构,系统分为三个部分,分别是:主机侧部分、客户机和服务器间的通信部分、客户机侧部分,如图 6 所示。服务器一侧使用高级语言编写各画面的服务程序;实现客户机和服务器间的通信使用 TCP/IP 作为通信协议,画面的刷新使用了发布订阅机制,当后台数据发生变化时,服务程序将根据订阅的信息,向各个客户端发送订阅数据刷新前台画面;客户机一侧采用 Visual Basic (VB) 为画面制作工具,使用这种架构制作前台画面不需要用户熟悉 VB,降低了开发人员对技术的依赖程度。

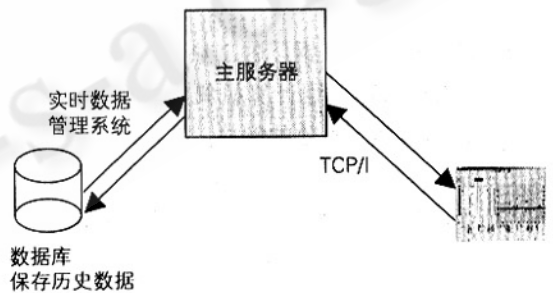


图 6 MVC 结构下的数据交互

通过这种方式使画面显示的内容更加多样化,不仅能够显示文本,简单的图像同时可以实时地显示各类实绩曲线。

(5) 可配置的通讯管理。面对不同地通讯接口是过程计算机系统不可克服地特点。本次系统集成方案中,接口的复杂性表现在:

- 和使用不同协议地设备进行通讯
- 一个过程计算机系统集成设计时,设计人员不得

不面对多种协议共存地现实,如 PLC 的通讯协议通常是比较特殊,即使使用的是 TCP/IP 协议,也和标准的协议规范存在着很大的差别。

· 新老系统并存

在一个新系统的建立时,必然涉及到和前后工序的遗留系统的整合问题,其通讯接口由于时代的不同,同样存在的很大的差异。

· 应用需求的不同

各种系统的应用需求有很大的不同,如和下位设备之间的通讯为了保证链路的有效性,必须使用心跳机制来判断链路的状态,但是和其他的系统却不需要使用这种机制。

分析上述需求,发现在热轧过程计算机系统中接口的复杂性提出了对通讯规约的可配置需求。系统必须根据不同的设备和应用对通讯规约的具体内容进行配置,以满足使用不同协议规范的不同设备和系统之间的通讯需求。HRMW 使用配置文件来定义不同的通讯策略,在配置文件中系统集成者详细地定义了通讯数据的结构、链路的安全策略等信息。在进行通讯时,通讯处理程序在读取通讯配置文件,根据不同配置文件使用不同通讯方式,以应对不同的需求。同时为应用开发提供了统一的编程接口,提高了开发效率。

4 应用实例

HRMW 中间件在某钢厂的二热轧系统改造中得到了应用,前文在热轧过程计算机集成开发过程中存在的共性问题均得到了有效的解决。在实现系统向开放性转变的同时确保了系统的整体性能,该系统的结构如图 7 所示,系统中的主机设备使用 HP ES40 服务器。

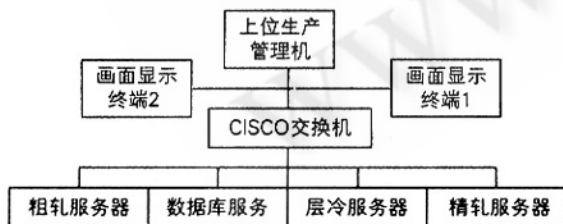


图 7 某钢厂热轧过程计算机系统结构图

4.1 主机间的通讯和进程管理

该系统中,主机间采用基于 TCP/IP 的通讯模式,

结合实时进程管理和实时数据通讯方式实现两台主机之间的实时通讯。

4.2 和上位生产管理机之间的通讯

采用可配置的通讯管理,对和上位生产管理机之间的通讯规范进行调整,定制了通讯的电文头、心跳规范的信息,满足稳定可靠的通讯要求。

4.3 HMI 的实现

系统中使用 VB 对前台进行“所见即所得”的方式进行画面制作,在后台的服务中集成了业务逻辑规则的处理,实现了一个三层架构的画面管理系统。

4.4 实时数据管理

对于某些数据,系统的使用频率非常高,如果每次使用都要经历读数据库或写数据库的话,显然是没有办法来实现数据处理的实时性要求。通过实时数据管理功能,我们实现了数据的 CACHE 处理,提高了数据管理的实时性能。

5 结论

热轧过程控制系统从一个封闭式系统逐渐向开放式系统过渡,在消除了封闭式系统所带来的缺点之后,开始面对开放式系统所带来的共性问题,如系统的异构、通讯规范的差异等问题。

本文对热轧过程计算机系统集成设计中存在的难点进行了分析,并提出了通过开发一个中间件来解决这些共性的问题的方案,最后通过一个应用实例验证了这种方案的有效性。

参考文献

- 1 中间件技术的思想、概念和分类,中国科学院软件研究所对象技术中心,2005年1月。
- 2 基于 B/S 和 C/S 相结合的网络架构系统对比分析,徐颖,电脑知识与技术,2005年11月。
- 3 基于 Linux 的实时系统,张焕强,中科院软件所多媒体通信和网络工程研究中心,2003年10月。
- 4 计算机操作系统教程,张尧学、史美林,清华大学出版社,2000。
- 5 ACE 程序员教程, Umar Sygid Huihoo. com。
- 6 实时内存数据库管理,舒良才、刘云生、李国徽、卢炎生。