

冶金过程控制系统开发平台中服务请求代理的设计与实现 Service Request Boker for Metallurgical Control Software Development Platform

北京首钢自动化信息技术有限公司 李亮举, 郭雨春



作者简介:

李亮举 (1980-), 男, 河北人, 系统分析师, 学士, 主要从事冶金过程控制软件研发工作。

郭雨春 (1947-), 男, 北京人, 计算机与自动控制高级工程师, 学士, 现任首钢自动化信息技术公司研究所总工, 从事计算机应用与自动化控制技术在冶金工业中的应用。荣获多项科研项目奖, 并有多篇专业论文在专业刊物上发表, 担任中国计算机协会等多个协会的常务理事等职务。

摘要: 服务请求代理是工作在分布式网络环境中的一组应用程序, 它为分布式网络环境中的应用程序提供互操作功能。它就像一个“通讯总线”, 使程序间可以透明的发送请求和接收响应。本文描述了“冶金过程控制系统开发平台”的核心组件——服务请求代理的设计与实现过程, 并简单介绍了该系统在工程中的应用情况。

关键词: 对象请求代理; 中间件; 服务请求代理

Abstract: Service request boker is a set of applications which work on distributed network environment. It provides interoperability function for the application of distributed network environment. It is similar to a "communications bus" which can send request and receive response between programs transparently. This paper describes core components of the design and implementation of the service request boker program, "Metallurgical Process Control System Development Platform"; and briefly introduces the system application in projects.

Key words: Object request boker; Middleware; Service request boker

1 前言

进入20世纪90年代以来, 世界各工业发达国家, 集中全力进行工业综合自动化技术的研究。所谓综合自动化, 就是在自动化技术、信息技术、计算机控制和各种生产加工技术的基础上, 从生产过程的全局出发, 通过生产活动所需的各种信息的集成, 把控制、优化、调度、管理、经营、决策融为一体, 形成一个能适应各种生产环境和市场需求、多变性的、总体最优的高质量、高效益、高柔性的管理生产系统^[1]。本文中冶金过程控制系统是这一类管理生产系统中计算机应用软件的总称, 而冶金过程控制系统开发平台(下文简称开发平台)是为开发此类软件而定制开发的软件开发环境。通过在冶金过程控制系统的开发过程中使用开发平台可以降低软件开发难度、标准化软件开发过程、规范设计并精简代码。使用开发平台开发出的软件具有更高的可靠性、可用性、可扩展性和可维护性。通过学习和总结冶金过程控制软

件系统开发经验, 发现C/S结构(客户机/服务器结构)在冶金过程控制系统中非常普遍, 但是由于C/S结构自身的特点, 开发者通常会使用自定义标准来定义设备间的协议, 这不仅增加了系统的设计难度, 而且在后期系统集成和维护过程中因为系统与系统间缺乏统一的集成标准, 不便于系统的集成和信息的共享。但是如果使用二次开发的办法解决系统集成和扩展的问题, 又会给系统的运行和维护带来大量的工作。

为了解决这一问题, 参考对象请求代理(Object Request Broker缩写ORB)技术和面向服务(Service-Oriented Architecture缩写SOA)的原则, 结合冶金过程控制系统开发实践, 在开发冶金过程控制系统开发平台的过程中, 开发了服务请求代理构件, 该构件和冶金过程控制系统开发平台一起, 在京唐钢铁公司1580过程控制系统研究项目中得以成功应用, 运行效果良好。

2 对象请求代理和面向服务的架构

对象请求代理是一个中间件(MIDDLEWARE), 它可以建立对象之间的CLIENT/SERVER关系。通过对象请求代理, 一个CLIENT可以透明的引用同一台机器上或网络上的一个SERVER对象的方法。对象请求代理解释该调用并负责查找一个实现该请求的对象, 把参数传给该对象, 调用它的方法, 最后返回结果。CLIENT并不清楚该对象的位置、编程语言、操作系统以及其它不是对象接口等系统信息。对象请求代理能实现分布式环境中位于不同机器上的应用之间的互操作以及多对象系统之间的无缝连接^[2]。在一个面向对象的分布式环境中, 一个对象请求代理可以为应用程序、服务器、网络设施之间分发消息、提供关键通信设施。开发人员可以将对象请求代理想象成一组软件总线、支柱, 它提供了一个公用消息传递接口然后通过这个接口, 许多不同类型的对象可以对等层策略进行通信。

SOA架构是一种进行系统开发的新的体系架构。在基于SOA架构的系统中, 具体应用程序的功能是由一些松耦合并且具有统一接口定义方式的组件(也就是SERVICE)组合构建起来的, 它因对迅速变化的业务环境具有良好适应力而备受关注。正是因为这个特点, 采用面向服务的架构去搭建开发平台的底层, 从而使开发

平台具有更好的适应性和可扩展性。

3 服务请求代理构件的设计与实现

服务请求代理构件，在参考对象请求代理技术和面向服务的原则下，结合冶金过程控制系统开发的经验而定制开发，它由一组服务请求代理标准和一个服务请求代理工具组成。考虑到在过程控制环境下通常对系统的响应速度和稳定性有较高的要求，在服务请求代理构件中使用静态连接方式来规划网络中服务的分布。一方面设计者可以精确地控制服务的访问权限，另一方面系统在初始化的过程中完成网络拓扑结构的建立工作，避免了在业务逻辑发生时等待客户机与服务器建立连接和重复连接的情况，不仅可以缩短服务器接收客户机请求和服务器向客户机发送处理结果所需的时间，还可以提高开发平台底层网络连接控制部分的稳定性。

3.1 服务请求代理构件标准的设计与实现

服务请求代理构件标准部分包括通讯对象定义标准和通讯对象部署标准两部分。

3.1.1 通讯对象定义

结合冶金过程控制系统开发平台中的参数管理构件，将通讯对象的信息保存在相应的csv文件中。通讯对象标准如表1所示。

表1 通讯对象定义标准

名称	数据类型	长度	其他	描述
:xCommService				
xsStationName	xchar	[32]		站名
xsServiceName	xchar	[32]		服务名
lSize	long			缓冲区大小
xsDescription	xchar	[256]		描述

如上表所示，在该标准中，网络中所有的计算机由唯一的站名xsStationName标识，服务对象用服务名xsServiceName标识，该服务能够处理的最大信息长度用缓冲区大小lSize标识，对该服务的说明用xsDescription标识。通讯对象定义实例如表2所示。

表2 通讯对象定义实例

名称	服务名	缓冲区大小	描述
APP00	xParameter Service	1000000	参数服务
APP00	xLoggerWriter Service00	1000000	日志服务
APP00	xCommunication Service00	32000	通信服务名
APP00	xShmSynchronize Service00	30000000	内存同步
APP01	xLoggerWriter Service01	1000000	日志服务
APP01	xCommunication Service01	32000	通信服务名
APP01	xShmSynchronize Service01	30000000	内存同步

在表2 通讯对象定义实例中，可以看出在站点L2-APP00中存在4个服务分别是：xParameterService、xLoggerWriter Service00、xCommunication Service00和xShmSynchronize Service00；在站点L2-APP01站点中存在3个服务xLoggerWriter Service01、xCommunication Service01和xShmSynchronize Service01。lSize和xsDescription分别给出了服务缓冲区的大小和说明。

3.1.2 通讯对象部署

和通讯对象的定义相同，通讯对象的部署也是通过相应的csv文件来实现。通讯对象部署标准如表3所示。

表3 通讯对象部署标准

名称	数据类型	长度	其他	描述
:xCommDeploy2				
xsStationName	xchar	[32]		站名
iType	short			服务类型
xsObjectName	xchar	[32]		服务名
lIp	xchar	[16]		网络地址
lPort	long			端口
xsrObjectName	xchar	[32]		服务名
rIp	xchar	[16]		网络地址
rPort	long			端口
bHeartBeat	bool			是否启动心跳检测
xsHead	xchar	[32]		报文头
xsTail	xchar	[32]		报文末
xsDescription	xchar	[256]		描述

上表定义了通讯对象部署标准：服务在网络中的分布情况，站名xsStationName和服务名xsObjectName、xsrObjectName与通讯对象定义标准中的定义相关，服务类型iType用于指明服务在该计算机中的工作模式，网络地址lIp、rIp和端口lPort、rPort用于指明服务在不同模式时的网络地址，bHeartBeat、xsHead、xsTail是通讯代理器进行报文交换时所需的控制信息，描述xsDescription是对通讯对象部署的一个说明。通讯对象部署实例如表4所示。

表4 通讯对象部署实例

名称	站名	服务名	lIp	xsrObjectName	rIp	rPort	bHeartBeat	xsHead	xsTail	xsDescription
L2-APP00	1	xParameter Service	10200					1	HEAD TAIL	监听
L2-APP00	1	xLoggerWriter Service00	10201					1	HEAD TAIL	监听
L2-APP00	1	xCommunication Service00	10202					1	HEAD TAIL	监听
L2-APP00	1	xShmSynchronize Service00	10203					1	HEAD TAIL	监听
L2-APP00	2			xCommunication Service10.5.30.21	10202			1	HEAD TAIL	连接
L2-APP00	2			xShmSynchronize Service10.5.30.21	10203			1	HEAD TAIL	连接
L2-APP01	0	xLoggerWriter Service01	10201					1	HEAD TAIL	监听
L2-APP01	1	xCommunication Service01	10202					1	HEAD TAIL	监听
L2-APP01	1	xShmSynchronize Service01	10203					1	HEAD TAIL	监听
L2-APP01	2			xCommunication Service10.5.30.16	10202			1	HEAD TAIL	连接
L2-APP01	2			xShmSynchronize Service10.5.30.16	10203			1	HEAD TAIL	连接

在表4 通讯对象部署实例中，我们以第三行、第七行、第十行为例分别说明三种不同类型的服务工作模式：第三行“L2-APP00, 1, xParameter Service, , 10200, , , 1, HEAD, TAIL, 监听”定义了以下关键信息：在站点L2-APP00上，存在一个xParameter Service服务，该服务处于监听模式可以为网络中的相关站点提供相应的服务，服务工作在L2-APP00的10200端口。

第七行“L2-APP00, 2, , , xCommunication Service01, 10.5.30.218, 10202, 1, HEAD, TAIL, 连接”定义了以下信息：在站点L2-APP00上，存在xCommunication Service01服务的一个代理，该代理从10.5.30.218:10202获得服务。

第十行“L2-APP01,0,xLoggerWriter Service01,,10201,,1,HEAD,TAIL,监听”定义了以下信息：在L2-APP01站点上，存在一个xLoggerWriter Service01服务，该服务在私有模式下工作，只为本机提供服务，不能被网络上其它站点访问。

3.2 服务请求代理工具的设计与实现

服务请求代理构件的作用是搭建分布式服务通信网络，为网络中的服务提供透明的同步过程调用和异步过程调用方法。在本方法中参考SOA架构，将能够提供具体应用功能的进程（或线程）视为服务，通信资源的管理以服务为单位，以适应迅速变化的业务环境。在本地过程调用（LPC）过程中，系统为进程提供面向服务的过程调用中间件，负责进程（或线程）间事件和数据的传递；在远程过程调用（RPC）过程中，由过程调用中间件将事件和数据传递给过程调用服务，过程调用服务根据上面提及的配置参数创建和维护分布式过程调用服务网络，实现与网络上其他节点间的远程过程调用^[3]。

在过程调用中间件中，过程调用接口分为三种：

(1) 等待接口：负责为服务提供在中断模式下工作的事件和数据接收，特点是基于事件、低CPU消耗和高响应速度；

(2) 请求接口：负责为服务调用者提供事件和数据的发送和调用结果的接收，特点是在异步过程调用中只提供发送功能，在同步过程调用中提供发送、同步和调用结果接收功能。异步过程调用和同步过程调用使用统一的接口形式；

(3) 应答接口：在同步过程调用中，服务完成业务处理后，该接口负责将调用结果发送给服务的调用者。

在过程调用服务中，提供进程（或线程）通信功能的线程分为四种：监听线程、接入线程、接收线程、代理线程。

(1) 监听线程：负责为本地进程（或线程）提供监听功能，响应远程节点的接入操作，远程节点接入后，监听线程为远程节点上的进程（或线程）创建专用的接收线程和代理线程。

(2) 接入线程：负责为本地进程（或线程）提供接入远程节点的功能，接入成功后，接入线程为远程节点上的进程（或线程）创建专用的接收线程和代理线程。

(3) 接收线程：负责接收远程节点的过程调用，并通过过程调用中间件的请求接口将调用传递给本地进程，在同步过程调用中接收线程还负责将调用结果发送给远程节点。

(4) 代理线程：负责为远程节点上的进程（或线程）创建过程调用中间件的本地代理，并通过过程调用中间件的等待接口接收本地进程（或线程）对远程进程（或线程）的调用，并负责将调用发送给远程节点上的接收线程。

在分布式网络环境中，服务请求代理负责建立计算机与计算机之间的连接，客户端通过通讯中间件透明的向服务发送请求和

接收应答，客户端（CLIENT）调用服务器（SERVER）提供的服务时经过以下步骤：

- (1) 客户端来调用通讯中间件
- (2) 中间件将消息传递给代理线程
- (3) 代理线程将数据封装后发送给服务器上的接收线程
- (4) 接收线程解包数据后将自己扮演为模拟客户端再次调用

通讯中间件

- (5) 服务器收到调用数据后执行约定的业务处理过程
- (6) 服务器调用通讯中间件将处理结果返回
- (7) 接收线程将处理结果封装后发送给代理线程
- (8) 代理线程通过中间件将结果返回给客户端

借助于服务请求代理构件，客户端（计算机A）和服务器（计算机B）客户端像调用本地服务一样调用在网络上分布的服务，服务请求代理就像一条“通讯总线”一样，它为连接在网络上的客户端和服务器提供一个透明的通讯环境，图1为“通讯总线”示意图，是在这个网络环境中客户端和服务器进行通讯的示意图。

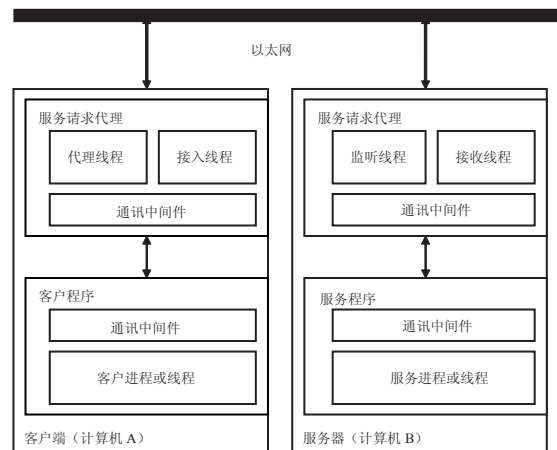


图1 “通讯总线”示意图

4 服务请求代理构件的应用

服务请求代理开发完成后已经作为标准组件与冶金过程控制计算机应用系统开发平台其他构件一起应用到了京唐钢铁公司1580项目研究中，经测试，该系统已经稳定运行3个多月，系统稳定可靠。通过使用自主开发设计的服务请求代理组件，为1580项目实施带来了以下好处：

(1) 客户端与服务器之间的接口使用统一的标准，规范化了接口设计，减少了设计人员的工作量；

(2) 编程人员无需关心开发出的程序究竟部署在何处，给调试和测试工作带来了巨大的便利；

(3) 当网络环境发生变化时，无论是重新部署应用程序还是调整服务器网络参数，都可以通过修改相应的参（下转第18页）



享型服务外包。

(5) 创新是两化融合的核心支撑要素

无论是由产业大到强的阶段性目标，还是形成现代产业体系的根本目标，核心因素都在于创新能力的建设。前期，我国依靠开放的环境和劳动力成本优势，吸引了世界制造业资源的转移，并依靠善于学习、模仿，拉近了与先进国家间的差距。然而，随着成本优势的逐渐失去、产业向高端化发展阶段的步入，以及面对新兴技术产业化机遇，缺少拥有自主知识产权的核心技术、缺少自主创新能力，已成为根本的发展瓶颈。一是在全球产业分工中，发达国家不可能转移其产业核心主体；二是把握新兴技术带来的产业跨越式发展，依赖于持续不断的创新积累所形成核心技术。

尽管造成我国创新能力不足的原因很多，除了创新文化氛围等外，根本原因在于创新机制的不合理。虽然目前已开始倡导以企业为创新主体，但因规模化竞争方式企业对创新的依赖度不够、以大而全为特点的传统企业缺少相应的创新智力资源和内部创新机制，造成了企业创新力度不足；外部因未形成配套的产业要素，缺少促进密切合作的导向机制，难以开展产业发展核心技术的创新。

除了产业链重组后形成的创新机制和环境外，应充分发挥信息技术的创新促进作用。一是信息技术领域是当今社会中创新最为活跃的领域；二是信息技术具有极强的领域技术创新融合能力和业态创新引领能力；三是信息技术为创新活动提供了现代化的支撑平台。将信息技术融入制造产业链条中研发设计、生产经营的各个环节，创新研发手段、优化研发流程、提升研发效率和研发能力。

技术创新应重点面向：先进制造业和现代服务业两大产业转型的支柱产业，围绕服务业中的专业化服务能力和现代化服务手段，制造领域中的先进制造业模式和先进制造技术，国计民生中的支撑产品设计与开发，直接影响制造能力和水平的装备制造，以及具有深度渗透带动作用的信息技术等；信息技术与传统产业融合、信息技术与新兴技术融合而催生的新兴产业领域技术，如汽车电子、医疗电子、船舶电子、新材料、生物工程等；面向传统工业优化改造的示范工程和产业公共服务平台，以及节能降耗、防治污染等项目。

4 结论

伴随着两化深度融合的进程，新一代信息技术和服务外包业态为之带来了新的活力，使得这一进程的演进表现出新的特点。把握其演进的整体阶段性和特征，需要建立相应对策机制，集中体现在面向生产性服务要素的重组和转型促进机制，以及合理布局服务链条、促进服务高校协同的机制；面向信息

技术应用深化和新一代信息技术应用促进的机制；面向通过以资源优势和创新能力为支撑的企业核心竞争能力建设，实现制造产业由大变强的引导机制等。

参考文献：

- [1]赵泓任.服务外包助推山东制造业转型升级[J].山东经济战略研究,2011,(8).
- [2]刘晓菲.上海市生产性服务业和制造业互动关联分析[D].上海交通大学,2009.
- [3]吕新军.国际外包及其对产业竞争力的影响[D].武汉:华中科技大学,2011.
- [4]高荣伟.我国生产性服务业发展存在的问题及策略探究[J].世纪桥,2012,(9)
- [5]康灿华,阮飞.知识溢出效应及我国软件外包企业价值链提升路径[J].商场现代化,2007,(10).
- [6]安筱鹏.制造业服务化:机理、模式与选择[D].中国社会科学院,2011.
- [7]刘重,王葆菁.现代生产性服务业延伸与发展的新模式[J].理论与现代化,2008,(3).

(上接第13页)

数来完成，降低了系统维护难度。

5 结论

经过多次对分布式网络系统搭建过程的测试和在1580热轧项目中的具体应用，发现该服务请求代理构件运行稳定，且成为冶金过程控制系统开发平台中不可或缺的一个组成部分。该构件体现出了无比巨大的优越性，方便、简单、轻松快速的实现分布式系统的搭建，减少开发人员代码编写、统一编程接口、规范化接口设计，易于维护，大大减少了系统搭建完成后

参考文献：

- [1]邵裕森,戴先中主编.过程控制工程[M].北京:机械工业出版社,2001.
- [2]孙昌平,顾冠群.通用对象请求代理体系结构[J].计算机集成制造系统-CIMS,1998,(2).
- [3]胡丕俊,李亮举等.冶金过程控制开发平台中进程通信系统的开发及应用[J].冶金自动化,2011,(5).