

一个企业应用集成的设计模式:Hub^{*}

董云卫¹ 李伟宏^{1,2} 郝克刚¹

(西北大学 西安710069)¹ (西安协同数码股份有限公司 西安710075)²

The Design Pattern: Hub of Enterprise Application Integration

DONG Yun-Wei¹ LI Wei-Hong^{1,2} HAO Ke-Gang¹

(North-west University, Xi'an 710069)¹ (Xi'an SynchroBIT Inc., Xi'an 710075)²

Abstract The Enterprise Application Integration (EAI) is a challenge of modern enterprise. How much effect of information system in enterprise business implement process that depends on the degree of inner function and information integration of formation system. The choice of EAI methods not only affects the investment of constructing information system and protecting /using old system, but also determines the efficiency of new system. This paper presents a design pattern, named Hub method, from the view of application integration, which adopts the idea in heterogeneous circumstance focusing on interface encapsulating about controlling information exchange and workflow handling. It also gives an implement method and a framework of the Hub in this paper, which is applied on business process management. And a good performance is achieved in controlling information exchange and workflow handling among enterprise applications. It not only improves system integration capability, such as expansibility, flexibility, and opening through the method of the Hub, but also takes a great advance in soft reuse during software designing and implementing.

Keywords Enterprise Application Integration (EAI), Adapter, Hub, Design pattern

1. 引言

随着信息技术的发展和企业信息化程度的提高,企业的业务发展越来越依赖于应用软件的功能的全面性和先进性,然而,越来越多的应用系统的运用,也给企业信息管理带来许多问题,如各应用系统由于采用的技术手段、开发时间、软件版本的不同,应用之间的功能集成和信息交换无法进行,地域与时空的分布带来信息交换不及时,业务流程不流畅等等。企业应用集成(EAI)就是为了解决这样的问题而发展起来的,通过建立底层结构,来联系横贯整个企业的异构系统、应用、数据源等,满足应用内部系统之间无缝地共享和交换数据的需要。

企业应用集成 EAI(Enterprise Application Integration)的主要工作是面向人、信息、应用和业务流程规则四个对象,着重解决两个问题:

- 1) 如何制定、管理、监控业务规则?
- 2) 如何交换、处理和发布业务内容?

人是信息的生产和消费者,他一方面是信息源,同时又是信息的接受者,他通过流程规则来采集、发布和接受信息。信息是内容,它在企业应用中一般可分为事件(event)、消息(message)和数据(data)三种,它是被加工对象;应用是信息加工、处理和发布的执行功能单元或其组合,它遵循业务流程规则来管理信息,实现在企业应用系统内部最大限度的整合;流程规则是信息在企业应用内部“流动”的机制。与 EAI 的考虑对象对应,目前的 EAI 可分为四种类型。

- 1) 用户界面集成:用户界面集成是一个面向用户的整

合,它将系统的人机交互界面使用一个标准的界面(如浏览器)来替换,应用程序终端窗口的功能可以一对一地映射到一个基于浏览器的图形用户界面。集成后的系统的表示层需要与现存的遗留系统的业务逻辑或者一些封装的应用(如 ERP、CRM、SCM 和 EC 等)进行集成。企业门户应用(Enterprise Portal)通常被看成是一个复杂的界面集成模式,它合并了多个企业应用,同时表现为一个可定制的基于浏览器的界面。

2) 信息集成:为了完成应用集成和业务流程集成,必须首先解决信息集成问题。信息集成又称数据集成,通过从一个数据源将数据移植到另外一个数据源来完成数据集成。在集成之前,必须首先对数据进行标识并编目,还要确定元数据模型。这样,数据才能在系统中分布和共享。

XML 是实现信息集成的理想工具,支持 XML 的 Web 应用程序能够很方便地连接起来形成系统,对于分布式计算环境或集成服务器中不同的软件,可通过 XML 来提供一个抽象的层来集成不同的应用系统。XML-PRC、SOAP(simple object Access Protocol)、WDDX(Web Distributed Data Exchange)都是基于 XML 的应用集成解决方案,它们为企业应用集成提供一个框架^[3]。

3) 业务流程集成:业务流程集成产生于跨越了多个应用的业务流程。在对业务过程进行集成的时候,企业必须在各种业务系统中定义、授权和管理各种业务信息的交换,以便改进操作、减少成本、提高响应速度。业务过程集成包括业务管理、进程模拟以及综合任务、流程、组织和进出信息的工作流,还包括业务处理中每一步都需要的工具。

^{*} 本技术成果受国家“十五”科技攻关计划“基于互联网的分布式计算中间件平台软件 I-SERVER”(项目编号:2001BA107C),863计划“应用服务器中间件及其支撑环境”(项目编号:2001AA113040)项目资助。董云卫 博士生,总工程师。

4)应用功能集成:应用集成就是对不同应用中的函数、方法及其应用接口的互相操作,两个应用中的数据和函数提供接近实时的集成。在网络异构环境中的应用集成涵盖了普通的代码编程、应用程序接口(API)、远程过程调用(RPC)、分布式对象、公共对象访问中介(CORBA)、Java 远程方法调用(RMI)、面向消息的中间件以及 Web 服务等软件技术。

2. 企业应用集成的设计模式 Hub 提出的动机

模式提供了一种有效的软件复用方式,代表着对特定环境中出现的问题的专业解决方案,在软件开发过程中利用模式能够在较短时间内复用以前的软件开发成功经验,它不仅教会软件工程师一门技术,同时能够帮助他们更好地沟通、理解做事的动机和缘由。常见的软件模式分类有:设计型模式、构架型模式、分析型模式、创建型模式、结构型模式和行为型模式^[1]。将已证实是有效的技术实现方式表述为设计模式会使新系统开发者更加容易理解其设计思路,帮助系统设计工程师做出有利于系统复用的选择,避免设计损害了系统复用,进而更好地完成系统设计。一个好的设计模式至少要在两个不同的领域内应用,并被证明是有效果的。

本文提出的设计模式 Hub 是针对企业应用集成的业务流程和应用两个阶段的集成,结合对智能建筑自动化系统(Intelligent Building Automation System)和业务过程管理(business Process Management)的应用集成需求提出来的。作者在协同数码股份有限公司工作期间曾参与了智能建筑集成系统 SynchroBMS 和业务流程管理系统 SynchroFlow 的开发,通过对开发过程中采用的集成设计思想、设计方法的抽象和提炼形成了本文的模式,实现了应用集成方法在设计阶段的复用。

设计模式 Hub 是设计模式适配器(Adapter)的扩展与延伸。适配器将一个接口转换为用户希望的另外一个接口,使得原来由于接口不兼容而不能一起工作的那些类(或对象)可以一起工作。Hub 则是提供一种业务流程的调度机制,根据应用信息类别对不同应用的信息做出处理。适配器被看作是不同的应用的接口或流程活动的界面,Hub 是他们的粘合剂和信息交换通道。

在业务过程管理系统(business Process Management System)中,一项业务由许多子业务构成,每个子业务又由一系列具体的功能体构成(称其为活动),这些活动/子业务以某种顺序组织起来,完成一项业务称为一个业务流程。这些流程可以共存于一个应用系统中,也可以分布于不同的应用系统中。在企业应用集成过程中需要解决的就是处理不同的业务流程的调用、交汇^[4]。设计模式 Hub 就是用于企业应用中的业务流程的调度机制设计思想,它为各业务流程提供一个适配器,业务流程间通过适配器来实现交互。

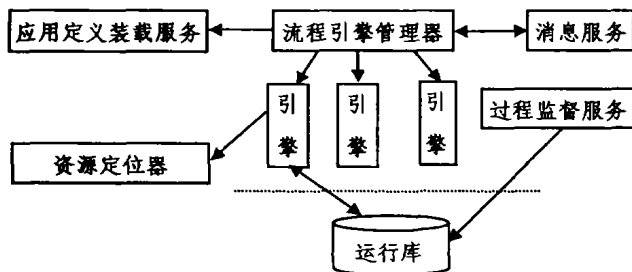


图1 SynchroFlow 的流程集成的结构图

过程 Hub 是多个流程适配器的管理器,是整个业务流程集成的核心,它完成如下功能:驱动适配器解释流程定义,创建流程实例(需集成业务流程的一次运行),监控流程实例的创建、运行、挂起、激活、终止等状态的转换;管理日志信息的记录;负责流程实例的动态修改。图1是 SynchroFlow 的流程集成的结构图。SynchroFlow 的流程集成的主要功能是对集成过程定义实例化,控制过程实例的执行。

- 流程引擎管理器通过消息服务接收来自监控管理及客户端子系统的请求命令。在过程定义实例化及实例执行时,调用定义装载服务模块,从定义库读取定义信息,转换为内部格式后存入运行库,然后按照一定的负载平衡算法生成新引擎或指定已有引擎来完成相应的工作。

- 引擎按照过程定义的逻辑来执行过程实例。在执行过程中,调用资源定位器以便确定手工活动对应的参与者,然后生成工作项存入运行库。在客户端完成工作项的处理后,按照过程定义的业务逻辑选取下一个活动实例。此外,引擎还生成运行日志,将日志写入日志文件,并对已完成的工作项和过程实例进行归档写入历史库。

- 过程监督服务向监督管理及客户端子系统提供 API 接口,实现对过程实例、活动实例的实时查询。

- 消息服务是引擎管理器与监督管理及客户端子系统之间的一种通信机制。监督管理及客户端子系统通过消息发送来实现对过程实例的控制。

智能建筑物管理系统中应用集成面向信息管理,提供对楼宇基础设备的管理和控制,既有与设备相关的控制系统(如空调系统、电梯系统、火警系统、照明系统、电话交换系统、广播系统等、综合保安系统等),又有与业务管理相关的信息管理系统(如物业管理系统、办公自动化系统及 ERP、CRM 等等),这些系统或应用往往由不同厂商提供,由于硬件控制采用的协议不同,软件的接口也互不兼容,因此,基本上是一个个系统孤立地存在。但是,从实际的应用需求却要求它们应该能够无缝地集成在一起,集成后系统的任何一个授权用户都能:

- 监视各个子系统的关键设备和关键点;
- 执行上层应用下达的管理方面的控制指令,实现管理与设备控制一体化(如在设定时间内使特定空间处于特定的状态,上午9:00点某会议室举行会议,8:45空调、照明、门禁等设备自动开机工作);
- 综合各个控制子系统的历史和当前状态信息,提供相关报告;
- 提供准实时的系统间联动功能(如火灾报警后,信息传到相关系统:空调系统关闭风机停止运行、消防报警并广播、电梯制动、所有安全门自动打开、视频监控系统锁住事故点并自动录像,...)。

在考虑应用集成时,一方面需要为每一个需要集成的系统或设备的驱动程序完成一个接口,这个接口可以设计成为适配器,另一方面,需要提供连接适配器,处理各子系统数据交换和共享的机制,这就是 Hub。各适配器遵循共同的数据格式和方法,能够方便地接入到 Hub 上,每一个适配器就是实现各集成子系统或设备驱动程序与 Hub 交换信息的通信协议。

3. 模式 Hub 的结构

- 应用定义装载器提供应用集成部署手段,根据给出的

需要集成的应用程序名及其适配器,通过查询应用程序表给出应用程序的位置,记录在应用连接器配置表中。同时根据应

用中用户角色表达式所给出的参与者,通过查询组织机构库中各表,定位到具体的用户角色的执行人;

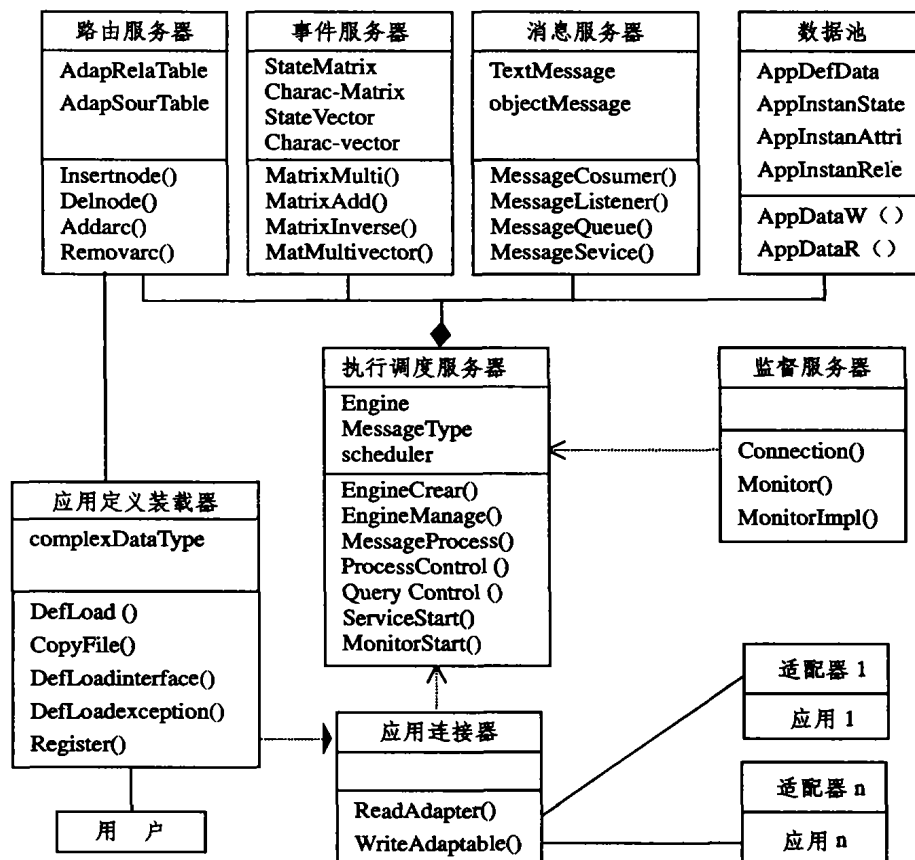


图2 模式 Hub 的结构图

- 应用连接器:从已定义好的接口库中把封装应用接口的适配器读出来,转化为执行调度服务器可以解释的内部格式写入应用适配器配置表中,分配适配器所需的资源,如系统资源,权限等。

- 执行调度服务器:对集成应用过程实例进行运行、调度及控制。

- 监督服务器:负责提供监督管理各应用的同步协同结果和异步协同工作过程,应用之间的关联状态是一个动态状态,可由初始状态 X_0 (适配器配置表)、应用关联矩阵 M 和事件出发的事件序列 X 确定,即新状态 $Y = X_0 + MX$ 。

- 路由服务器负责处理应用适配器之间的依赖关系和通过应用装载机定义集成应用中活动状态变迁序列;

- 消息服务器主要负责接受消息发送者(包括用户、应用适配器)发出的消息,并根据消息体的内容,调用执行调度服务器来予以处理。

- 事件服务器负责处理事件的触发和接收,事件转移及其状态变化,各应用的状态变化是由事件的转移决定的。应用初始状态由事件初值状态矩阵表示,状态的转移表示事件的触发。

- 数据池:用来储存各应用的定义表示、应用的及其实例的属性数据、状态和执行过程中的相关数据。

4. 模式 Hub 的实现

本设计模式在实际应用中分别采用 C++ 和 java 在智能建筑集成系统和业务过程管理系统中实现,本文集结合业务

过程管理系统中的实现过程作阐述。

4.1 应用定义装载服务

应用定义装载服务,从 XML 文件中装载过程定义,从数据库中装载应用定义。由方法 ApplicationDefLoad 实现 ApplicationDefLoadInterface,进行实际的装载。

4.2 资源定位器(应用连接器)

资源定位器,定位活动的参与者,定位活动对应的应用程序。

```

public interface ResourceLocator{
    int locateParticipant(int activityId);
    int locateApplicaioth(int activityId);
}
  
```

4.3 流程引擎管理器(执行调度服务器)

流程引擎管理器 EngineCreator,启动引擎管容器,初始化引擎数据,调用 createEngine 方法,顺序生成各个引擎对象,将生成的引擎加入到引擎列表中 enginecreator interface。如果出现异常,则停止容器,得到容器里面的 engineList,遍历 engineList,停止所有 engine。

4.4 消息服务

消息服务 MessageService 通过消息队列实现。返回消息队列对象在队列中新产生一条消息,从队列中取走一条消息,判断队列是否为空,是否已经满载消息。消费者消息发布。

4.5 过程监督服务

过程监督服务是运行服务同其他子系统的接口,根据查询条件,取得过程数据列表(BR)方法实现:查询过程定义表

(下转第108页)

- 4 Doulliez P, Jamouille J. Transportation Networks with Random Arc Capacities. RAIRO, Recherche Operationnelle, (Operations Research), 1972, 3: 45~60
- 5 Evans J R. Maximum Flow in Probabilistic Graphs-the Discrete Case. Networks, 1976, 6: 161~183
- 6 Fishman G S. Monte Carlo estimation of the Maximum Flow Distribution with Discrete Stochastic Arc Capacity Levels. Naval Research Logistics Quarterly, 1989, 36: 829~849
- 7 Clancy D P, Gross G, Wu F F. Probabilistic Flows for Reliability Evaluation of multiarea Power System Interconnections. Electrical Power and Energy Systems, 1983, 5: 100~114
- 8 Aggarwal K K, Gupta J S, Misbra K B. A simple Method for Reliability Evaluation of a Communication System. IEEE Trans. Communications, 1975, COM-23: 563~566
- 9 Block H W, Savits T H. A Decomposition for Multistate Momotone Systems. J. Appl. Prob., 1982, 19: 391~402
- 10 Davio M, Deschamps J D, Thayse A. Discrete and Switching Functions. Georgi Publishing Company, McGraw-Hill International Book Company, 1978
- 11 Xue J. On Multistate System Analysis. IEEE Trans. Reliability, 1985, R-34: 329~337
- 12 Lin J S, Jane C C, Yuan J. On Reliability Evaluation of a Capacitated-Flow Network in Terms of Minimal Pathsets. Network, 1995, 25: 131~138
- 13 Lin Y K. A Simple Algorithm for Reliability Evaluation of a Stochastic-Flow Network with Node Failure. Computers & Operations Research, 2001, 28: 1277~1285
- 14 Jane C C, Lin J S, Yuan J. Reliability Evaluation of a Limited-Flow Network in Terms of Minimal Cutsets. IEEE Trans. Reliability, 1993, 42(3): 354~361
- 15 Lin Y K. On Reliability Evaluation of a Stochastic-Flow Network in Terms of Minimal Cuts. J. Chinese Institute of Industrial Engineers, 2001, 18(3): 49~54
- 16 Wilkov R S. Analysis and Design of Reliable Computer Networks. IEEE Trans. Commun., 1972, COM-20: 660~678
- 17 Hansler E. A Procedure for Calculating the Reliability of a Communication Network. Arch. Elek. Ubertragung, 1971, 25: 573~575
- 18 Ford L R, Fulkerson D R. A Suggested Computation for Maximal Multicommodity Network Flows. Management Science, 1974, 20(5): 822~844
- 19 Hu T C. Multicommodity Network Flows. Oper. Rs., 1963, 11(3): 344~360
- 20 Rothechild B, Whinston A. On the Commodity Network Flows. Oper. Res., 1966, 14(3): 377~387
- 21 Lin Y K. Study on the Multicommodity Reliability of a Capacitated-Flow Network. Computer and Maths. Appl., 2001, 42: 255~264
- 22 Lin Y K. Study on the Performance Index for a Multicommodity Stochastic-Flow Network. J Chinese Ins. Industrial Engineers, 2002, 19(3): 42~48

(上接第105页)

和过程实例表。〈BR〉各方法网络异常时均抛出 OperateException(操作不允许或者失败时抛出)。通过〈BR〉客户端系统和监控管理系统记录操作、操作人、时间和登录子系统。

结束语 与模式 Hub 相关的模式主要有适配器 Adapter、桥接器 Bridge 和中介者 Mediator。它们都是提供一个接口到另一个对象之间的交互,有利于系统的灵活性。适配器 Adapter 使两个不兼容的类必须协同工作,目的是避免代码重复,类适配器 Adapter 通过子类的多重继承机制实现一个接口与另一个接口进行匹配,对象适配器 Adapter 则依赖于对象的组合实现两个接口的对象匹配。桥接器 Bridge 则是对抽象接口与它的实现部分进行桥接,在实现过程中,它可以修改实现它的类,为用户提供一个稳定的接口。中介者 Mediator 则是用来封装对象的交互,使对象间不需要显示地相互引用,通过中介者 Mediator 集中的通信控制机制,实现分布式系统的耦合松散。

本设计模式在西安协同数码股份有限公司开发建筑整体解决方案和业务流程管理系统的设计过程中广泛应用。在业务流程管理系统 SynchroFlow 中,能够集成单个活动(工作项)、活动序列(工作流),以及以 servlet、applet、jsp、XML 和 .exe(可执行程序)等形式表现的应用程序。在智能建筑集成系统 SynchroBMS 中,能够集成以 485、232 协议通讯的非智能设备控制系统,也能集成支持 OPC (OLE for Process

Control) 协议、lonmark 协议的智能设备控制系统,并实现系统之间的联动控制。系统应用的集成性收到了较好的效果。

设计模式 HUB 设计是针对多应用企业分布式环境中流程和功能的集成提出来的,是设计模式适配器(Adapter)的扩展与延伸。它提供一种业务流程的调度机制,根据各企业应用的信息类别对不同应用的信息做出处理,使企业应用中的不同系统集成成为一个整体,特别是在基于 internet 的分布式应用中,可以把不同企业的应用集成起来,例如把一个企业的供应链管理系统与另一个企业的客户关系管理系统集成到一起,形成一个有机的虚拟企业下的电子商务环境。

参考文献

- 1 Gamma E, et al. Design Patterns: Element of Reusable Object-Oriented Software. Addison -Wesley
- 2 The Technical Benefits of EJB and J2EE Technologies over COM + and Windows DNA, Ed Roman and Rickard Berg, Dec. 1999
- 3 Professional XML, Didier Martin, et al. Wrox Press, 2000
- 4 Workflow Technology -White paper, Workflow Management Coalition, Feb. 1998
- 5 SynchroFlow 概要设计. 西安协同数码股份有限公司
- 6 SynchroBMS 概要设计. 西安协同数码股份有限公司
- 7 杨斌,郝克刚. 基于 Web 的工作流管理系统的解决方案. 西北大学学报(自然科学版), 1999, 6: 491~494
- 8 岳晓丽,杨斌,郝克刚. 令牌驱动式工作流计算模型. 计算机研究与发展, 2000, 12: 1513~1519