

文章编号: 1006-5911(2004)04-0394-05

基于 Web Services 的企业应用集成解决方案研究

袁占亭, 张秋余, 杨 洁

(兰州理工大学软件工程中心, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 企业应用集成是集成各种异构系统的有效方案, 利用 Web Services 技术, 对企业应用集成体系结构进行了研究。借助 MVC 软件架构、工作流、XML 及中间件技术封装企业现有系统, 设计了在 J2EE 平台上基于 Web Services 的开放式企业应用集成框架, 使企业能快速适应变化的商业环境。

关键词: Web 服务; 企业应用集成; 软件架构; 集成框架

中图分类号: TP302.1 **文献标识码:** A

0 引言

随着企业信息化的不断发展, 企业的软件(如 ERP, SCM 和 CRM 等)应用和管理系统也越来越多。它们之间很多信息和数据相互交叉, 甚至重复, 但这些系统又各自独立, 相当于一个个“信息孤岛”, 相互之间没有畅通的信息交流与共享。另一方面, 企业间的交流与合作日益增加, 协同商务和各种新的制造模式的需要等要求企业的应用系统是一个基于 B/S 应用模式的开放式系统。为了共享资源, 人们提出了企业应用集成(Enterprise Application Integration, EAI)的集成方案。EAI 是指集成不同应用和数据, 使应用程序不需要作太大的变化, 就可以共享数据和集成应用程序之间的商务活动的过程。它主要有两种类型^[1]: 公司内部的应用集成——EAI; 企业间的集成——B2B。

在传统 EAI 技术中, 应用 A 要和应用 B 进行集成, 应用 A 就要为应用 B 编写一个集成适配器, 同样, 应用 B 也要为应用 A 编写一个集成适配器。当情况复杂到有三个应用存在的时候, 则每个应用需要分别为另两个应用编写集成适配器。这给企业内部从事应用集成的技术人员带来了极大的负担。使

用 Web 服务, 通过松散的应用集成, 一个企业可以仅实现 EAI 的一个子集, 就能取得实效。Web 服务以一种松散的服务捆绑集合形式(即一个特别的解决方案), 能够快速、低代价地开发、发布、发现和动态绑定应用。

1 Web Services 关键技术

Web 服务的应用集成是一种基于服务层的集成。它采用面向对象的技术包装数据, 通过简单对象访问协议(Simple Object Access Protocol, SOAP)实现基于 Web 的不同应用的访问。事实上, 这个访问过程就是通过服务来调用(远程过程调用)各种目标系统的不同信息和行为。Web 服务的集成结果是一个分布式的结构^[2]。

Web Services 技术及其相关技术体系, 包括 XML, SOAP, WSDL 和 UDDI 等, 是一种新的 Web 应用程序分支, 是自包含、自描述、模块化的应用, 可以发布和定位, 并通过 Web 调用。一旦部署以后, 其他 Web services 应用程序可以发现并调用它部署的服务。

Web Services 技术由于使用标准的 Web 协议(HTTP, SMTP 等)和一系列其他的标准协议(XML,

收稿日期: 2003-05-10; 修订日期: 2003-10-13。

基金项目: 国家科技攻关计划资助项目(2001BA201A32); 国家 863/CIMS 主题资助项目(2002AA415270)。

作者简介: 袁占亭(1961-), 男, 陕西扶风人, 兰州理工大学软件工程中心教授, 硕士, 主要从事软件总线技术、网络计算、制造业信息化系统、软件工程等研究。E-mail: software@gsut.edu.cn。

SOAP, WSDL 和 UDDI 等) 而满足了上述所有条件, 为 EAI 提供了一种崭新的方法^[3]。当把 Web Services 应用到 EAI 中时, 整个企业的所有系统都成了一个松散结构中的组件, 系统接口、应用通信、数据转换和目录信息都是建立在开放的、被广为接受的标准之上, 使用户能迅速地访问到他们所需要的信息。

由于 Web 服务是由一系列标准所组成的, 所以 Web 服务集成各种应用的方法是标准化的, 具有较好的通用性和兼容性, 同时, 面向对象和 XML 等相关技术的采用, 使得 Web 服务具有更好的跨平台性, 能更好地满足分布式集成的要求。Web 服务的集成结果是一种松耦合的集成模式。它通过建立涵盖服务通信、服务描述和服务发现等标准, 实现应用集成的框架。另外, 由于和 Web 技术的结合, 使得 Web 服务对 Web 应用具有很好的协调性, 并能更好地满足企业以客户为中心的协同工作。

2 基于 Web Services 的企业应用集成框架设计

2.1 框架设计

针对企业现有应用系统以及具体应用状况, 利用 Web 服务集成的关键技术和原理, 本文设计了一个基于 Web Services 的企业应用集成框架(如图1)。

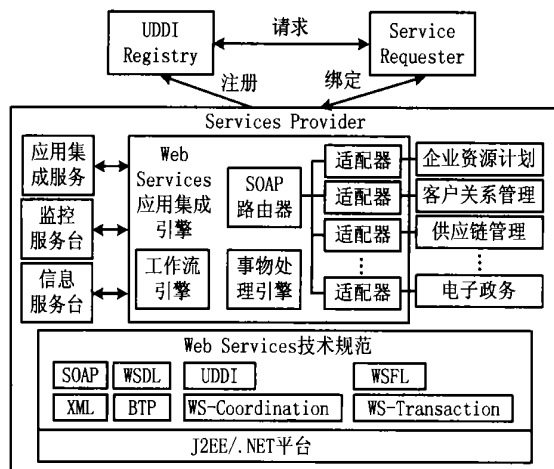


图1 基于Web Services的企业应用集成框架

2.2 主要模块功能描述

在该集成框架中, 应用系统既可以是已有的应用系统, 也可以是新开发的 Web Services 应用。如果是已有的应用系统, 需要先将此应用系统封装成 Web Services 组件, 其方法是: 首先, 生成描述该系统功能和调用方法的 WSDL 文件, 然后, 生成服务器端

基于 SOAP 的服务框架(service skeleton), 并在此基础上开发适用于已有系统的适配器; 最后, 将服务描述文件通过 UDDI API 发布到 UDDI 注册服务器中。现将主要模块功能描述如下:

(1) 事务管理引擎 基于二阶段提交协议^[4], 确定事务协调者和参与者, 由协调者控制整个事务的提交和失败后的事务回滚。关于 Web Services 事务处理, 目前主要有 OASIS 提出的 BTP, 以及 IBM、微软和 BEA 联合提出的 WS - Transaction 等标准, WS - Coordination 负责事务的协调。

(2) 工作流引擎 WSFL 将业务过程中的每一个步骤都定义为一个活动, 将业务过程的一次执行看成是各活动按照指定顺序的激发。WSFL 分成两个模型: ①流模型, 指定了构成此业务过程的各个活动的运行顺序; ④全局模型, 描述了各活动之间的交互情况。

(3) SOAP 路由器 SOAP 路由器是实现客户调用 Web Services 的关键部件, 以实现 SOAP 消息的传递。客户调用 Web Services 的过程如下:

1) 客户用 WSDL 描述需要访问的服务, 用 SOAP 消息向注册中心发出查询请求。

2) 注册中心将该服务的 WSDL 描述返回客户。

3) 客户用得到的 WSDL 描述生成 SOAP 请求消息, 绑定服务提供者。

4) SOAP 请求被作为一条 HTTP POST 请求发出, 交由 SOAP 路由器处理。

5) SOAP 路由器分析 HTTP 头找出某个 Web Services 适配器的位置, 将该请求传送到所请求的适配器。

6) 适配器将消息传递到相关应用系统, 应用系统处理请求并将结果返回给适配器。

7) 适配器将得到的结果打包成 SOAP 消息, 返回给 SOAP 路由器, SOAP 消息再返回到客户。

(4) 服务台 包括应用集成服务台、监控服务台和信息服务台。

1) 应用集成服务台。实现应用集成服务的配置和管理, 以及企业应用解决方案的动态配置, 包括工作流管理、应用资源管理服务和统一界面服务等。

2) 监控服务台。对服务的运行进行管理和监控, 包括服务对象管理、动态监控及安全管理等。

3) 信息服务台。为应用服务中心和监控中心提供数据和模型服务, 实现信息的全生命周期管理和维护, 包括共享信息管理、共享模型管理和数据操作

管理等。

(5) Web Services 适配器 Web Services 适配器是集成引擎的核心,由以下几部分组成:

1) 接口。针对不同的应用系统,适配器提供不同的接口。

2) 连接控制逻辑。用于建立与后端服务器的安全通信连接。

3) 数据转换器。用于验证数据有效性,生成 WSDL,实现在 SOAP 数据格式与应用系统数据格式之间的转换。

4) 消息路由器。实现在 SOAP 路由器与适配器之间的消息传递,将 SOAP 消息过滤后路由到正确的目的地。

对于每个 SOAP 服务请求,Web 服务适配器调用一个后端应用,隐藏了调用后端函数的复杂性,只要求指定执行一个服务时所绝对必需的参数子集。

3 J2EE 平台上基于 Web Services 的开放式企业应用集成框架设计

应用系统可以说是一个完整的企业门户平台,从总体功能上划分包括 9 个应用平台,即信息门户平台、项目管理平台、行政办公平台、协同工作平台、信息发布平台、知识管理平台、统一消息平台、应用集成平台和系统管理平台。系统总体应用框架如图 2 所示。

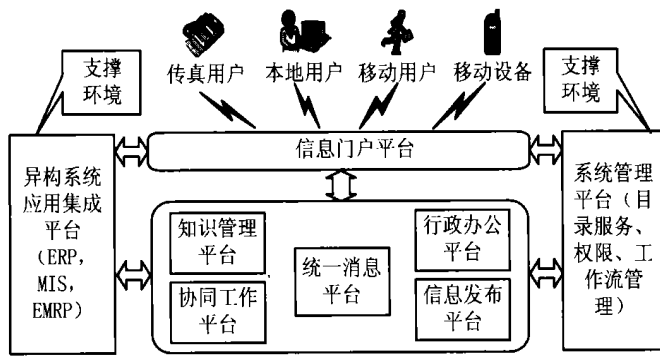


图2 系统总体应用框架

该系统以工作协作为核心,以信息门户为表现,以知识资产管理为依据,以实现增值创新为目标,实现优化企业资源配置,加强企业整体动态协调能力,加强企业管理层对企业现有资源和信息的及时掌握,加强公司各企业之间、公司内部各部门之间、公司内部人员之间的信息交流,增强企业的市场竞争能力,构建现代企业管理的神经中枢系统。

3.1 软件开发架构

J2EE 模型提供了一个很好的企业应用框架及解决方法,提供了灵活的技术选择,但它只是一个应用开发框架,不能解决系统的所有问题。同时,多层企业应用框架在提高了软件的重用性和分解了问题的复杂性后,也使得代码庞大,层与层之间的控制关系复杂。因此,对于复杂的企业应用软件的开发来说,一个好的软件结构是至关重要的,是决定大型企业应用软件质量的关键因素。首先,它能使软件开发有章可循,结构清晰,缩短开发周期;其次,它能有效地改善软件系统的性能,大大提高软件的可维护性与可扩展性。

MVC(Model - View - Controller) 是一个经典的软件体系结构^[5],已得到广泛运用。在 J2EE 企业应用开发中,采用 MVC 软件体系结构(如图 3),能够简化软件开发,提高软件性能和可维护性,达到提高软件质量的目的。

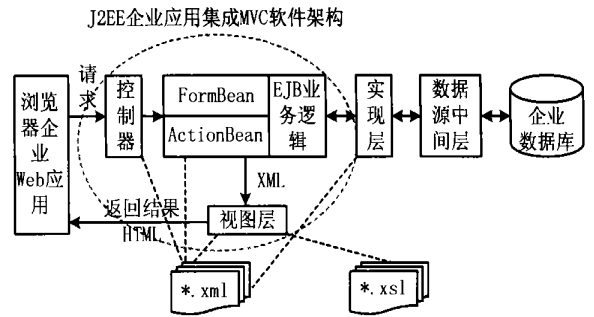


图3 J2EE企业应用集成MVC软件架构

(1) 架构的扩展 软件体系架构框架主要采用 MVC 架构,在 Apache Jakarta 项目 struts 基础上进行扩展,具体方法如下:

- 1) 将视图层(VIEW)改用 XML/XSLT 技术实现。
- 2) 对于业务层(MODEL)进行以下三个方面的改变: ①使用实现层的 API 操作数据库; ④将 struts 的 Action 等基类用 stxx 工具包的相应类替换,使架构支持 XML; ④增加业务 BEAN,使业务与 Action Bean 分离。
- 3) 增加实现层。用 cayenne 工具实现对数据库的封装(EJB2.0),提供 API 供业务层使用。
- 4) 增加数据层。实现企业各数据库及应用系统间的透明访问。

(2) 架构特点 采用 MVC 以及层次化的思想,共分为控制层、业务层、视图层、实现层、数据层和过滤层,从而增加系统的可维护性和可扩展性。

- 1) 控制层。控制页面跳转。
- 2) 业务层。分为 FormBean, ActionBean 和业务 Bean。FormBean 用于封装 request 中的数据; ActionBean 用于生成 XML/DOM; 业务 Bean 用于处理具体业务。
- 3) 视图层。将 XML 处理成 HTML。
- 4) 实现层。用于操作数据库。
- 5) 数据层。企业现有异构数据库。
- 6) 过滤层。根据需要在控制层之前对 request 进行过滤, 主要实现用户认证和授权。

(3) 框架采用的关键技术 实现层将数据层与业务层分离, 同时视图层从业务层中提取出来; 当业务、视图、数据源和控制等其中某一层发生变化, 将不会或者很少影响其他层次, 可减少由于需求变更、bug 修改等带来的工作量。业务层的输出采用 XML 格式为后期的业务扩展留下接口。视图层的输出通过 XSLT 将 XML 转换成 HTML, 可以通过修改 XSLT 文件来实现视图的修改, 如修改 struts - config. xml 来修改控制流转; 修改 localnode. driver. xml 来修改数据库的配置等。

系统设计将门户作为应用系统的系统平台和“窗口”, 用户经“单一身份认证”由门户进入与门户集成的各子系统, 如财务管理、人力资源管理和办公自动化等, 并通过各子系统和平台的“会话”(session) 整合、网页界面整合和后台数据交换, 构成系统良好的完整性。门户的开发基于“跨平台”的语言和独立于开发环境的面向对象的组件技术 EJBs (Enterprise Java Beans), 系统的主要“应用逻辑”由组件构成。组件技术为导向的组织架构提供了系统良好的可伸缩性, 使系统能轻易地组合与拆分其功能模块。应用软件平台的开发及运行架构在后台的三层结构之上, 从而可在不影响系统其他部分的情况下, 将应用服务器与其他应用作有效和无缝的集成, 同时支持大规模并发用户的访问。采用模板(template) 技术生成的动态网页, 有效地为用户提供基于角色和权限的内容和数据服务。

在基于 J2EE 框架的软件过程管理系统中, 采用 MVC 软件体系结构进行开发, 使软件结构清晰, 明显地缩短了软件开发周期, 提高了软件的可维护性和代码复用率。因此, MVC 软件体系结构是一种值得广泛推广使用的体系结构, 它能有效地提高软件开发的效率与软件的质量, 使对企业应用系统的集成费用降到最低, 同时, 也是今后企业应用软件开发

的方向之一。

3.2 集成框架设计

在 J2EE 平台上设计的基于 Web Services 的企业应用系统集成示意图, 如图 4 所示。

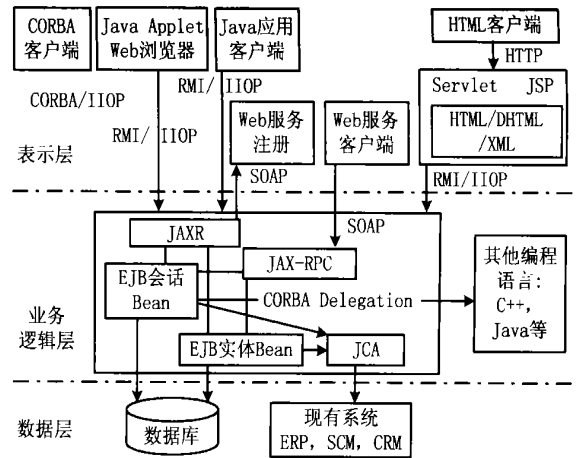


图4 J2EE平台上基于Web Services的开放式应用集成

图4为一个典型的三层J2EE模型, 包括: ①表示层, 负责处理企业与外界用户的接口及与用户交互相关的组件, 典型的用户接口有图形用户界面和Web浏览器; ④业务逻辑层, 负责企业解决业务逻辑的所有组件; ④数据层, 包括各种异构数据库(如SQL, DB2和ORACLE)和现有的各种企业信息系统(如ERP, SCM和CRM等)。

在J2EE平台下, 客户端可以是CORBA客户端(非Java语言实现的客户端)、Java Applets客户端、Java应用程序客户端及Java Servlets/JSP/HTML等多种形式^[6]。CORBA客户端采用CORBA命名服务定位中间件, 用CORBA/IIOP来调用中间件提供的方法。Java客户端采用JNDI命名服务定位中间件, 用RMI-IIOP调用中间件提供的方法。J2EE的设计采用了MVC(模式-视图-控制)的设计模式^[5], 把数据的表示和数据的处理分开, 因此, 产生的数据可以用不同的客户端呈现给客户, 满足企业不同需要。

业务逻辑层包括企业的业务逻辑和数据逻辑。EJB体系结构是封装这些逻辑的服务器端的组件模型。EJB包括会话Bean(业务流程组件)和实体Bean(数据组件)^[6]。各类客户端程序可以通过J2EE平台来远程调用这些组件。对于非Java语言的代码, 可以把这些代码通过使用Java本地方法调用(JNI)封装在EJB中进行集成, 也可以使用CORBA进行封装, 通过Java接口定义语言(IDL)进行调用。在J2EE平台下, 可以通过JDBC或者SQL/J实现

库的访问。

对于现有的一些系统, J2EE 集成平台通过 Java 连接器体系结构(JCA)^[2], 实现访问企业信息系统的标准化方法。Java 连接器体系结构定义了一种用来使 J2EE 应用程序与非 J2EE 环境(通常情况下是企业信息系统)用一种安全的、事务性的方式进行通信的方法^[7]。

J2EE 标准定义了一些通过使用象 JMS 和 JCA 这样的 API 集成非 J2EE 应用程序的方法。那么, 同时利用 J2EE 和 Web 服务需要些什么呢? 业务功能的抽象定义(可以通过一个 WSDL 中的端口类型来描述)并不依赖所使用的协议。这样, 就可以在 WSDL 定义中的协议绑定部分描述关于服务的所有特定于 JMS 和特定于 JCA 的信息。

如果想使用 J2EE, JMS 和 JCA 中提供的集成技术集成旧应用程序, 可以把旧应用程序的接口描述为 WSDL 端口类型, 并添加协议绑定(这些绑定附带关于如何访问它们的信息)。为了真正独立于所有的编程接口, 需要这样一种机制: 可以解析和解释 WSDL 中包含的绑定信息, 还可以为服务生成适当的运行时调用。例如, 如果一个服务可以通过 JCA 资源适配器访问, 就需要一种方法来自动利用该适配器提供的 CCI 接口, 而不必要求应用程序开发者知道如何使用 CCI。换言之, 希望能只根据服务的接口来调用这个服务, 而不是根据其实现或协议。

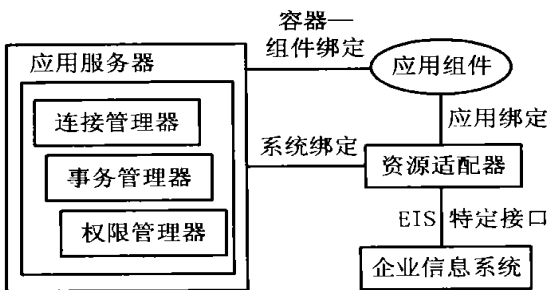


图5 JCA体系结构示意图

Web 服务调用框架提供了一个接口, 该接口允许对 Web 服务的调用独立于被用于与该服务实际进行通信的协议。它的编程接口是严格根据 WSDL 端口类型定义的抽象服务接口。适当的请求消息是在运行时根据 WSDL 文档中的绑定信息构建的, 这样, 它对应用程序开发者就是透明的。

4 结束语

Web Services 的最大特点是具有真正意义上的平台独立性和语言独立性。EAI 是实现企业内部和企业之间信息共享的最有效途径。基于 Web Services 技术的 EAI 集成方案, 可以方便地实现已有系统、新开发的 Web Services 应用等各种系统的集成, 可广泛地应用于电子商务、电子政务等领域。这种松散的联合和动态的集成, 对建立无缝跨平台互操作的信息共享与数据交换具有极大的优势。J2EE 平台上基于 Web 服务的开放式企业应用集成框架, 既可以满足企业应用集成的需要, 又因为引入了对 Web Services 的支持, 从而能够最大限度地降低企业应用集成的复杂度, 提高整个系统的灵活性。

另外, 企业应用集成系统开发采用的 Java 和 E-JBs 技术, 以及在数据交换上对 XML 的支持, 使系统功能最优化, 同时, 将整体系统内部在技术上的相互依赖性减至最低。

参考文献:

- [1] CHAI Xiaolu. Web Services architecture and opening interoperability [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2002 (in Chinese). [柴晓路. Web 服务架构与开放互操作技术 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2002.]
- [2] JUDITH M M. A proposed synthesis of IBM's Web services architecture stack and new IBM technologies[EB/OL]. <http://www-106.ibm.com/developerworks/webservices/library/ws-wsa/>, 2002-06-01.
- [3] KUZYK R. Web Services: standardizing EAI[J]. eAI Journal, 2002, 4: 23-25.
- [4] ZHONG Yuanming, XI Jianqin. Study on transaction processing in distributed real time database system [J]. Computer Application Research, 2002, 19(2): 75-78 (in Chinese). [钟远明, 奚建清. 分布实时数据库系统中事务处理的研究 [J]. 计算机应用研究, 2002, 19(2): 75-78.]
- [5] DENG Guiren, et al. Research on MVC design module supporting multi interface[J]. Computer Application, 2002, 22(6): 8-10 (in Chinese). [邓责任, 等. 支持 Multi interface 的 MVC 设计模式研究 [J]. 计算机应用, 2002, 22(6): 8-10.]
- [6] ZHANG Zhi lin. Middleware——product·technology·application[M]. Beijing: China Petrochemical Press, 2002 (in Chinese). [张志林. 中间件——技术·产品·应用 [M]. 北京: 中国石化出版社, 2002. 153-157.]
- [7] RUDROF D, et al. Integrate enterprise applications with Web services and J2EE[EB/OL]. http://www-900.ibm.com/developerWorks/cn/webservices/ws-eai/index_eng.shtml. (下转第 414 页)

NSGA 算法处理这类多目标优化问题。计算结果表明,经营过程资源配置质量的解析描述和混合型 NSGA 算法,对于动态的资源配置是有效的。事后的质量统计和监控方法如 Taguchi 方法,与本文的基于事前预估质量的经营过程资源配置相结合,可以形成闭环的时间、成本和质量的计划,以及监控和协调的有效工具。

参考文献:

[1] CHEN Yuliu, LI Qing, ZHANG Feng. Business process re-engineering and systems integration[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2001(in Chinese). [陈禹六,李清,张锋.经营过程重构(BPR)和系统集成[M].北京:清华大学出版社,2001.]

- [2] BABU A J G, SURESH N. Project management with time, cost, and quality considerations[J]. European Journal of Operational Research, 1996, 88(2): 320-327.
- [3] QIU Wanhua. The decision-making of management and the application of entropy[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2002(in Chinese). [邱苑华.管理决策与应用熵学[M].北京:机械工业出版社,2002.]
- [4] ZITZLER E, THIELE L. Multiobjective evolutionary algorithms: a comparative case study and the strength Pareto approach[J]. IEEE Transactions on Evolutionary Computation, 1999, 3(4): 257-271.
- [5] LIU B. Uncertain programming[M]. New York: John Wiley & Sons, 1999.
- [6] ZHOU G, GEN M. Genetic algorithm approach on multi-criteria minimum spanning tree problem[J]. European Journal of Operational Research, 1999, 114(1): 141-152.

Multi-objective Resource Deployment Optimization of Business Process with Performance Evaluation

ZHOU Yong-hua, CHEN Yu-liu

(Dep. of Automation, Tsinghua Univ., Beijing 100084, China)

Abstract: The time-cost-quality multi-objective optimization model of business process resource deployment is presented, and mixed NSGA (Non-dominated Sorting Genetic Algorithm) is employed to solve this kind of multi-objective optimization problems with many decision variables, which approximately gives the clustering centers of Pareto global sets produced in the evolution process. At last, the labor-intensive concurrent shipbuilding process is given as an example, which demonstrates that the efficiency of dynamic resource configuration could be achieved by the analytical description of resource deployment quality and the mixed NSGA.

Key words: entropy; business process; deployment quality; multi-objective optimization; non-dominated sorting genetic algorithm

Received 23 Jan. 2003; accepted 22 Dec. 2003.

Foundation item: Project supported by the National High-Tech. R&D Program for CIMS, China (No. 2001AA415340).

(上接第 398 页)

Solution on Enterprise Application Integration Based on Web Services

YUAN Zhan-ting, ZHANG Qiu-yu, YANG Jie

(Software Cent., Lanzhou Univ. of Tech., Lanzhou 730050, China)

Abstract: Enterprise Application Integration (EAI) is the effective solution of integrating all kinds of heterogeneous systems. The architecture of EAI based on the web services technology is presented. Through using the new technologies such as MVC software framework, workflow, XML and middleware to encapsulate the current enterprise application systems, an open enterprise application integrated framework based on the web services is designed on the platform of J2EE.

Key words: Web service; enterprise application integration; software framework; integration framework

Received 10 May 2003; accepted 13 Oct. 2003.

Foundation item: Project supported by the National Key Technologies R&D Program, China (No. 2001BA201A32) and the National High-Tech. R&D Program for