

基于 CIM 的高校信息集成平台研究与设计

张强忠*

(大连理工大学 网络与信息化中心, 辽宁 大连 116024)

摘要: 面向高等学校数字校园的信息集成是高校信息化建设中一项十分重要的内容. 针对高校信息化建设中的信息集成模型不成熟、集成模式与方法的通用性不强的问题, 在分析和研究电力系统中广泛应用的公共信息模型 CIM 的基础上, 运用面向对象技术的 CIM 对高校信息管理系统进行了描述, 提出了高校信息管理的 CIM 建模方法, 提炼出基于 CIM 的高校信息集成平台的设计和实现方法. 应用实例验证了平台的有效性与可靠性.

关键词: 信息集成; 公共信息模型; 集成平台; 高校信息化

中图分类号: TP393 **文献标志码:** A

0 引言

高等教育界的信息化建设这些年取得了重要的进展, 尤其是国家提出创新型建设思路, 进一步激发了企业技术创新的热情与动力, 作为教育信息化的直接受益者, 高等学校的硬件资源建设已经达到了新的高度, 而伴随着教育信息化发展的两个方面, “硬件”与“软件”发展的不平衡成为高校信息化建设的一个显著特点. 在具备了较为完善的网络以及硬件资源之后, 高等学校下一步的重点将是建设以应用系统和信息资源建设为重点的数字校园. 近几年, 在国家“211 工程”以及“985 工程”的大力支持下, 一些高校在信息化建设理论与工程实践方面取得了新的成绩; 但是由于我国高校类型较多, 不同高校的业务模式差别较大, 高校内部业务成熟度普遍不高, 在进行信息化建设过程中, 缺乏成熟的高校信息化理论和通用的模式的支撑, 重“建设”而轻“整合”, “信息孤岛”现象普遍存在. 为了实现信息共享和交换以消除信息孤岛, 一些高校及教育信息化软件提供商在信息集成过程中建立了自己的信息标准、技术平台. 目前现有的信息集成方法挑战主要表现在(1)保护现有投资和用户资源的要求. 随着高校信息化系统的发展, 用户电脑里大多要运行多套信息系统, 由于这些系统通常是分步进行建设

的, 必然存在系统的更新换代问题. 传统系统换代存在如下问题: ①当对旧系统进行更新时, 由于系统平台不兼容, 原来一些稳定可靠运行的软件不能保证继续稳定运行, 学校积累的历史数据资料不能保留; ②如果使用的是第三方软件, 在用户对现有的功能进行扩展时, 因为接口专用性, 必然造成一些信息系统要重复建设; ③在系统功能进行更新换代招标时, 第三方软件的接口问题往往迫使学校选择原来系统的厂家, 而缺少选择最好的应用软件的余地, 受制于人. 综上, 对用户而言, 进行应用系统接口的标准化工作其意义是非常重要的. (2)高校信息化的要求. 集成平台研究与实现需要高校信息化市场的有序发展, 要实现信息共享首先要保证信息安全, 所以要根据不同种类信息、不同紧密程度和不同速度要求进行系统集成, 相互间以标准方式交换数据. 市场环境下的信息化系统比较多, 不同厂商产品必须通过标准的接口实现互联及信息资源共享. (3)业务变更对信息集成影响的要求. 业务系统的更新换代影响着应用集成的稳定性. 因为依据学校信息标准在现有业务系统上的数据集成工作量巨大, 会造成信息集成不稳定.

因此如何统一、科学、规范地分类和描述信息, 进行信息的有效整合, 发挥信息资源的综合效益已成为高校信息化建设中面临的一个重要课

题^[1]。因此如果能够在教育领域,借鉴国内外其他行业的先进思想,关注业务关系及标准,就能够在高校信息集成过程中充分发挥技术平台的服务整合优势,真正从应对业务变革这一根本目标,去保护高校原有 URP 系统的技术投资,降低维护成本,进一步提高多个系统协同工作的简易、高效、稳定、可扩展性强的集成目标,满足校务工作对系统整体性的要求,就可以使数字校园信息集成平台发挥更大的作用和优势。

到现在,业界还没有形成一套标准的教育院校 EAI 建模标准及过程。面向如何构建高校信息管理的统一模型这一问题,本文试图利用电力系统信息化广泛使用的 CIM(common information model,公共信息模型)建模的一般方法,对高校信息数据进行建模和描述,实现在不同业务应用间的数据共享 CIM 编码规范,从而为高校信息系统各个应用之间提供支持平台。

1 高校信息一体化特征

高校信息化是指随着现代信息技术的发展,高等院校根据自身发展的需要,采用先进的信息技术来构建数字化校园,从而提高管理效率、强化教学质量、促进科研教研、提升服务水平的过程。其以高性能校园网为基础,实现教务管理、教学资源管理、科研管理、后勤与服务管理的全面整合,实现信息化增值服务^[2]。

“数字化校园”是指利用计算机技术、网络技术和通讯技术对高校中的教学、科研、管理和生活服务有关信息资源进行全面的数字化,并用科学规范的管理对这些信息资源进行整合和集成。通过严格和科学的权限控制,把高校校园网建设成面向校园,也面向社会的一个开放的大学,使高校的资源数字化、管理自动化、教学网络化、决策智能化、校园信息化^[3]。

所谓“一体化”建设思路,是在综合考虑学校信息化建设的现状与需求的基础上,从全局和整体的高度规划学校信息化建设的方针、策略、发展规划与实施计划,全面考虑硬件环境建设、应用系统建设、管理规范建设和支持机制建设,按照规划协同地推进学校信息化,从业务的全生命周期去看待应用系统的建设,比如,对学生的管理可以从招生、学生日常管理、学生培养、毕业、校友管理来分析系统的建设,对国有资产的管理也可以从全生命周期的角度去分析系统的功能及应用^[4]。

当前中国高校已经步入全面信息集成时代,包括香港大学在内的香港 7 所大学、浙江大学、大连理工大学正在尝试实施基于 SOA 架构的一体化校园应用系统,然而在 CIM 领域的研究仍属空白。

2 CIM 的基本内容

国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, IEC)发布的 61970 工业标准 CIM 用于描述电力系统的基本特征,代表电力企业中的主要生产和管理对象。

CIM 是一个抽象模型,它描述电力企业的所有主要对象,特别是那些与电力运行有关的对象。通过提供一种用对象类和属性及其之间的关系来表示电力系统资源的标准方法, CIM 方便了实现不同卖方独立开发的能量管理系统(energy management system, EMS)应用的集成,多个独立开发的完整 EMS 系统之间的集成,使得 EMS 的应用软件组件化和开放化,能即插即用和互联互通,降低了系统的集成成本,保护了用户资源^[5]。

CIM 模型作为一种面向对象的信息模型,提供了一种描述管理数据的概念框架。CIM 模型标准包括了 CIM 规范和 CIM 模式两个部分。CIM 规范提供了模型的正式定义,它描述了语言、命名、元模式和到其他管理模型(如 SNMP MIB)的映射技术; CIM 模式则表示出了实际模型的描述。CIM 模型由核心模型、公共模型和扩展模型三层构成。核心模型是一系列类、连接和属性的集合,该对象组提供了所有管理域通用的基本信息模型;公共模型提供特定管理域的通用信息模型,这些特定的管理域包括应用程序、系统、设备网络等;扩展模型代表通用模型的特定技术扩展^[6]。

通过 CIM 建模,对管理域中实体对象的抽象,分别用操作、关系和属性进行表示。CIM 模型独立于具体的平台、应用、协议与数据库,所以不同的开发商提供基于 CIM 模型的不同平台的应用都要用标准的数据格式来表达管理数据,才能保证多种应用间的数据共享。在特定管理域的 CIM 建模是在公共模型和核心模型的基础上进行扩展,所以 CIM 建模是一种通用方法。

CIM 领域建模采用 RUP(rational unified process,统一软件开发过程)方法论和面向对象分析方法建立针对各业务领域模型。CIM 规范使用统一建模语言(unified modeling language, UML)表达方法,将 CIM 定义成一组包。一个包

是一般意义上将相关模型元件分组的方法,没有具体的语义意义.包的选择是为了使模型更易于设计、理解与查看,公用信息模型是由一整套包所组成的,实体可以具有越过许多包边界的关联,每一应用将使用几个包所表示的信息^[7~10].因为要建设全部高等教育管理的 CIM 模型是一个比较长期的工作,本文着重开展以学生为中心的业务域 CIM 模型的建设,通过包的方式来组织与管理 CIM 实体.主要分为下面几个包:公共包、招生包、教务包、学籍包、资助包、就业包、社会服务包.

3 高校 CIM 模型信息集成平台设计

基于面向服务体系结构(service-oriented architecture,SOA)的高等教育应用集成平台,在建设过程中因为没有统一的领域模型,易产生业务组件的粒度控制问题及 Web Service 接口经常变化等问题,造成应用集成工作的不稳定性,应用集成的 TCO(总拥有成本)增加.本文在对基于 SOA 的高校信息集成平台深入研究的基础上,从信息集成的角度分析,提出了利用 CIM 设计基于 SOA 的高校信息集成平台的解决方案,最终满足了不同级别的业务需求,同时避免“信息孤岛”的出现.

3.1 CIM 信息集成平台架构

SOA 的高校信息集成平台中,采用 SOA 技术路线,建设公用的服务总线,集成的业务系统通过构建在服务总线上的通用数据访问接口(GDA)操作 CIM 公共信息模型,降低业务变更对信息集成的影响.

内部业务对学校已有业务系统提供统一的服务,即通过集成的方式,在学校现有业务系统的基础上,实现内部业务同学校现有业务系统的关联.例如,SSO 系统通过服务总线,以 CIM 模型提供全校统一的身份认证服务;已经建设完成的财务系统,按照 CIM 模型,通过服务总线,提供统一的财务信息域的 CIM 服务,为一站式的财务信息域服务中心提供业务应用.

在一体化系统设计时,通过遵循国标、部颁数据标准及学校需求对 CIM 实体进行定义与描述,形成具有良好扩展性的 CIM 模型.在此基础上,通过进行实体封装,完成信息系统基础组件的构建,然后根据不同业务的需求进行一体化系统的组装,提高了系统的柔韧性和适应性,保证与其他系统顺利集成.

图 1 为基于 CIM 的集成平台架构整体,其整

个业务系统架构是以 CIM 模型作为交互标准,以数据总线作为交互中介,完成内部业务之间及内部业务与学校已有业务系统之间的关联.通过应用集成平台把要集成的应用功能封装成服务,首先封装的服务依照集成标准 CIM 和 GDA 接口规范封装成 webservice 程序,其次将封装的服务注册到服务总线(ESB)上.服务使用方向服务总线请求服务,来实现应用集成.集成平台提供的是总线型的应用集成策略.

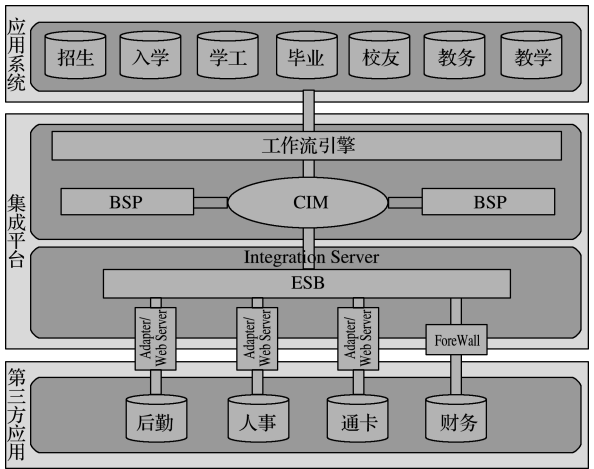


图 1 基于 CIM 的集成平台架构

Fig.1 General structure of integrated platform based on CIM

3.2 CIM 交互组件设计

本文研发的系统平台是通过 Service broker 来调用的,服务接口开发规范包含客户端、业务逻辑对象开发规范与服务调用报文规范等.

服务调用接口采用标准的 Web Service 实现,兼容 WebLogic、Apache Axis 2、WebSphere 等应用服务器或者其他 Web Service 开发平台开发与部署,采用 Facade 模式,提供唯一的服务调用入口 Web Service,使用一个 Web WSDL 文件描述.全部的服务调用都通过唯一的 Web Service 接入,所有的调用客户端都通过唯一的 Web WSDL 文件了解该服务接口,并且依据这个 Web WSDL 文件开发服务调用的客户端.

服务框架提供标准的服务调用规范 API 和相关文档,外部系统可以遵循该规范使用该系统内提供的服务.调用客户端可以从集成框架按照需要下载要调用服务的客户端 API 类库,客户端代码开发也可以是自动生成或模板化.

依据调用规范,通过调用接口实际调用远程

的其他业务系统提供的 Web Service 时,系统采用了服务调用的代理(Proxy Broker)模式实现具体的调用,系统同时支持按照计划任务执行调用服务.图 2 为 CIM 集成平台体系.

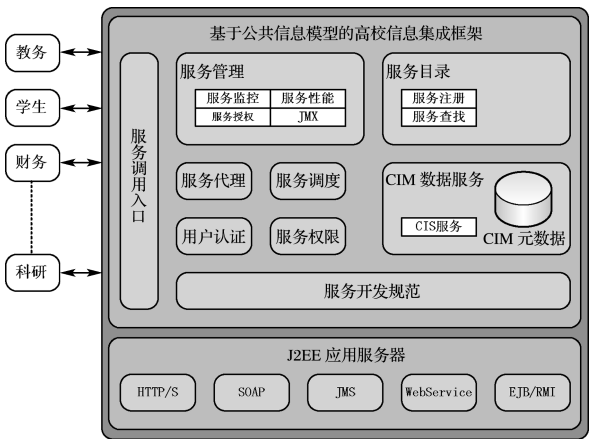


图 2 CIM 集成平台体系图

Fig. 2 System chart of CIM integrated platform

应用集成框架提供服务注册、服务查找等业务逻辑服务管理功能,管理员可以通过管理控制台,进行服务调用权限管理,对服务性能进行监控.

性能监控遵循 JMX 规范,运行时可以通过服务性能 MBean 对象获取每个服务调用的性能数据.这样可以兼容支持 JMX 规范控制台系统,同时可以通过标准的 JMX API 扩展管理平台.

平台采用基于角色(RBAC)的授权,已注册服务作为系统中的授权对象,其他系统的安全架构可以通过内置安全适配器介入 EP-BSP 系统.例如角色识别与用户认证可以利用已经存在的LDAP实现.本系统已实现了权限的检查、日志、审计与配置等功能.

集成平台依据 810_552-4 CIMXML Model Exchange Format 与 IEC 61970-403 GDA 接口规范实现了数据访问服务. 开发和业务设计人员一起建立基于 CIM 规范进行定制和扩展的领域的 CIM 模型.

用 RDF 对集成框架 CIM 模型的元数据进行描述,类、关系、属性的规范通过 CIM/RDF 进行描述。元数据不仅包括 CIM 模型数据,同时包括映射配置的数据。集成框架提供了对模型元数据的查询、同步与更新等服务。元数据接口的具体实现,既可以基于 RDF 文件实现,也可以基于数据库实现。图 3 为 CIM 元数据管理实现原理图。

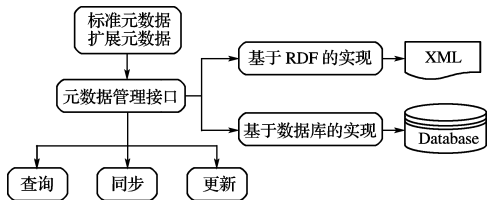


图 3 CIM 元数据管理实现原理

Fig. 3 Realization principle of CIM metadata management

由于本文进行的是探索性研究,为避免规划范围太广,重点关注以学生为核心的业务领域关系,并尝试以招生与教务两个紧密关联的业务领域为例,进行模型关系上的推演。根据实际业务分析,把 CIM 中的实体组织定义为多个包。

下面以学生管理相关业务的实体化为例,说明基于 CIM 的招生、就业与教务等相关包的关系,详细如图 4 所示.

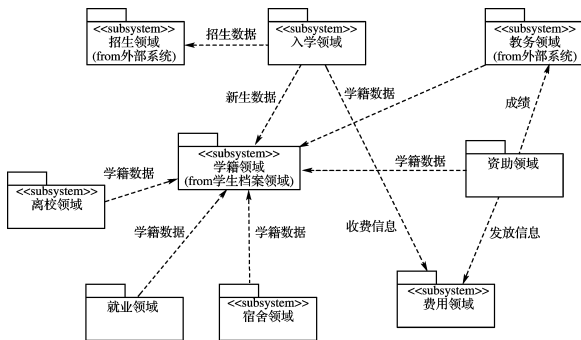


图 4 部分包关系图

Fig. 4 Partial package relations chart

以招生包为例,实体化招生包主要包含考生、入学考试科目等 17 个实体以及对应关系,详细如图 5 所示。

3.3 CIM 系统集成平台部署

应用集成平台部署在 ESB 之上,其他应用系统分别在 ESB 部署自己提供的服务,并创建服务代理。服务调用方通过应用集成框架使用这些服务。集成平台提供的代理服务调用应用系统的服务,然后返回结果给使用方,服务使用方不必知道服务提供者的实际位置,只要通过集成平台获得调用规格。

共享库真正实现了公用数据在全校范围内不同应用系统之间的自由流动,图 6 为平台部署模型。

应用集成的开发人员按照集成应用平台提供的对象开发规范进行程序代码的实现,再通过集成应用平台提供的开发工具把业务对象转换为服务程序代码,并启动服务的运行.

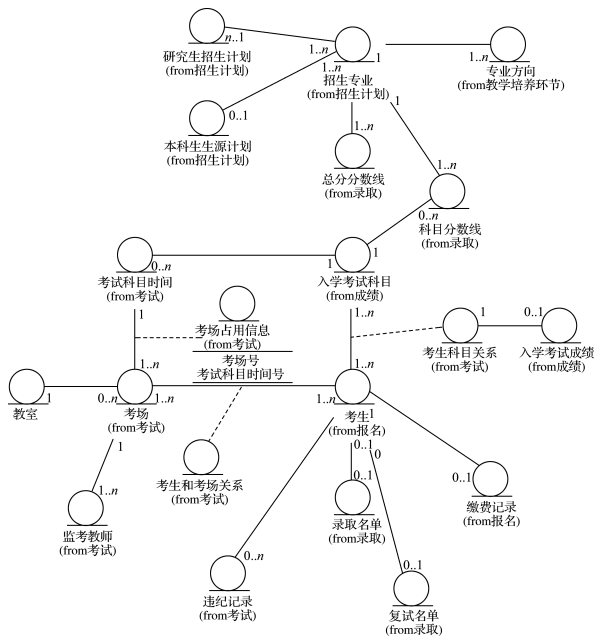


图 5 招生包

Fig. 5 Package of student enrollment

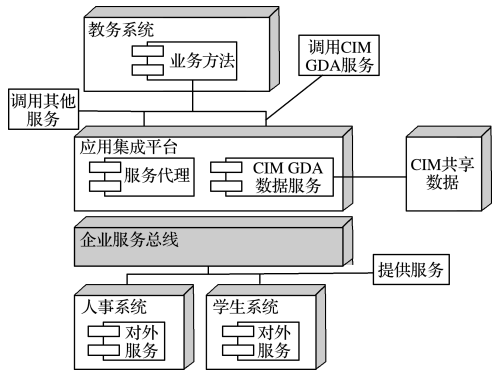


图 6 平台部署模型

Fig. 6 Platform deployment model

开发者通过集成应用平台提供的管理界面注册服务,输入开发完成的服务及相关参数,如服务所在地址、描述信息、端口、业务对象接口等。

应用集成平台所属管理员进行注册服务的审核,进行方法设置与服务调用的权限配置。图 7 为应用集成框架服务相关实例。

服务消费者通过集成应用平台提供的服务搜索找到要使用的服务接口。

应用集成平台提供服务注册与查找。在使用的过程中,提供性能监控、身份认证、授权管理等功能。

服务使用者访问应用集成平台中已经登记的服务时,如果被使用服务登记信息表明该服务使用外部系统提供支持的,应用集成平台会依据登记信息使用 Web Service 完成外部服务的调用,

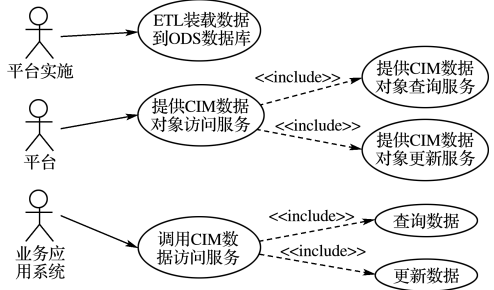


图 7 应用集成框架服务相关实例

Fig. 7 Use case of integrated service architecture

然后服务使用者会接收到返回的结果数据。在这个过程中 EP-BSP 成为 Proxy Broker,应用集成平台充分展现了作为应用集成服务平台的价值。

应用集成平台包含一系列为 CIM 数据提供的服务,包括 CIM 更新与 CIM 查询等。图 8 为应用集成框架 CIM 数据服务。

服务提供者由特定的业务系统构成,应当遵循应用集成平台规范进行 Business Object 开发,并且完成服务的部署。业务系统提供的服务程序在本地服务器上执行。应用集成平台提供了服务注册界面,可以进行业务服务的注册,包含服务描述、服务位置、服务接口等相关信息。

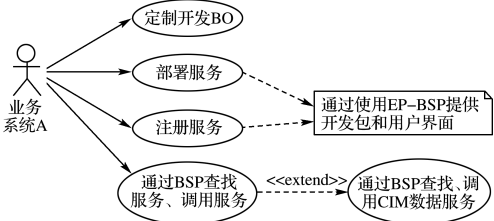


图 8 应用集成框架 CIM 数据服务

Fig. 8 CIM data service under integrated system architecture

同时业务系统也可以成为服务消费者,在应用集成平台上进行服务查找和调用,利用客户端 API 进行服务的调用。图 9 为业务应用系统服务的相关示意。

3.4 组件接口实现

通过定义通用服务的标准接口,屏蔽了应用集成中协议与接口的差异,集成系统间利用服务接口,以统一方法使用公共信息;同时也可以实现相互之间信息交换。通用接口依据国际及工业标准进行建立,以适应大范围的应用。服务类型包括资源更新、资源标识、资源查询、资源过滤等服务。详细如表 1 所示。

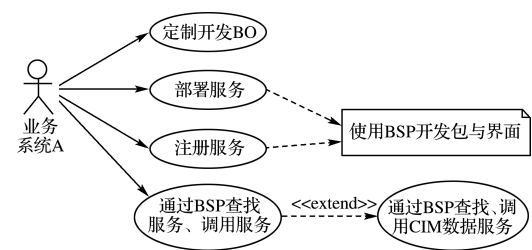


图 9 业务应用系统服务相关应用案例

Fig. 9 Service-related use case of business application system

表 1 组件接口通用服务说明

Tab. 1 Explanation of component interfaces generic service

接口服务	函数	功能
资源标识服务	get_resource_ids() get_uris()	接受一个 URI 序列并返回对应的 ResourceID 接受一个 ResourceID 序列并返回对应的 URI
资源查询服务	get_values() get_extent_values() get_related_values() get_descendent_values()	查询一条记录 查询一个表的所有记录 查询与这个表关联的其他表的数据 查询多个关联的最后一个表的结果
过滤资源查询服务	get_filtered_extent_values() get_filtered_related_values() get_filtered_descendent_values()	查询在资源查询服务的 get_extent_values() 查询之上应用 propertyFilters 过滤 查询在资源查询服务的 get_related_values() 查询之上应用 propertyFilters 过滤 查询在资源查询服务的 get_descendent_values() 查询之上应用 propertyFilters 过滤
资源更新服务	create_resource_ids() apply_updates()	建立一个或多个 ResourceID 值 执行更新操作

(2)应用部署的伸缩性

公共信息模型各个应用模块可以根据实际情况,分别部署到不同的应用服务器上。

(3)安全的扩展方式

通过使用后台应用信息公共模型,代理服务可以过滤非法的访问,其排队功能支持进一步扩展。

4 应用验证

以高校中常见的奖学金业务为例,从场景入手,按照 CIM 模型的方法与步骤,集成接口分析,进行了学生系统在集成平台当中的应用,最终实现了奖学金完整业务的集成,验证了高校 CIM 模型及集成平台的正确性与有效性,其实体关系如图 10 所示。

验证程序显示如图 11 所示,为学生 360°所有信息视图参考评优、评奖页面。

5 平台技术特性

根据研究设计及最后以奖学金这样跨多部门业务的集成验证,本文归纳基于 CIM 的高校信息集成平台基本技术特性如下：

3.5 扩展性设计

公共信息模型在高校信息集成中其扩展性的技术保障体现在如下几方面：

(1)扩展访问方式

访问客户端需要通过代理服务访问应用服务,既可以采用应用服务器代理服务器,也可以采用硬件负载均衡器。

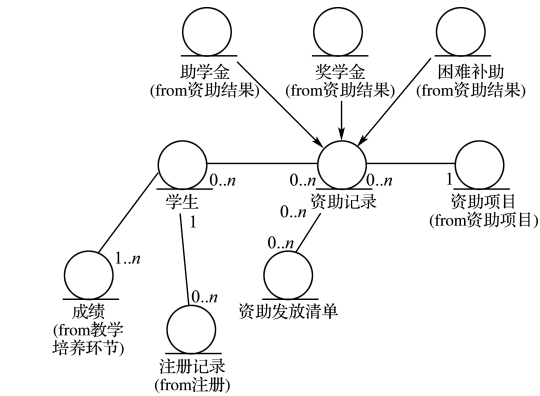


图 10 奖学金场景实体关系图

Fig. 10 Relation chart of scholarship scenarios



图 11 作为评优、评奖参考的学生所有信息视图

Fig. 11 Full scope of student information as award reference

(1)符合 SOA 架构,基于标准 Web Service 软件平台构建企业服务总线.

(2)平台技术结构符合 J2EE 规范,支持各种 J2EE 应用服务器.

(3)与其他企业服务总线产品集成,可部署于其他企业服务总线产品.

(4)平台的服务开发规范保证为业务逻辑的“服务化”提供实用高效的部署框架与开发规范.

(5)平台支持 IEC 61970 标准组件接口规范 CIS.

(6)支持 JMX 管理规范提供系统自身的管理,可实现企业级的应用统一监管.

(7)应用集成平台支持企业级身份管理与认证等规范,可基于企业现有的安全服务框架实现自身的安全特性,保证安全性.

6 结 语

本文通过对电力系统 CIM 模型的研究,借鉴其中的思想,对高校不成熟的业务抽取并标准化,构建了基于 CIM 高校信息集成平台模型,并提出了高校信息集成框架、集成体系架构、CIM 组件接口的设计与实现.该平台基于 SOA 体系架构,同时完成基于 CIM 标准的业务组件构建,降低了业务变更对集成的影响,解决了现有高校信息集成工作轻业务规范重技术标准建设这一普遍现象,从而为高校各个应用间的集成提供了支撑平台,实现了信息资源的共享,同时具有良好的扩展性、通用性和安全性,为今后高校信息集成平台的

完善与发展研究提供了参考,对一体化的数字校园的研究与建设具有一定的借鉴意义.

参考文献:

- [1] 宗晓晓,蒋 革. 基于一体化的高校信息化建设研究[J]. 大众科技, 2005(8):169-170
- [2] 许东霞. 以教学管理信息化推进校园建设数字化[J]. 中国教育信息化, 2007(10s):10-12
- [3] 崔 静. 数字化校园信息资源建设探讨[J]. 山东社会科学, 2007(8):155-156
- [4] 蒋东兴,许庆红,谢 矜,等. 高校信息化建设的一体化思路与实践[J]. 中国教育信息化, 2003(12):36-38
- [5] 张滇明,黄海峰. 基于 IEC 61970 标准的电网调度自动化系统体系结构[J]. 电力系统自动化, 2002, 26(10):45-47
- [6] IEC. Future IEC 61970-452 EMSAPI-Part 452; CIM Model Exchange Service Draft [S]. Switzerland: IEC, 2004
- [7] Electric Power Research Institute, Inc.. Report on the Common Information Model (CIM) Extensible Markup Language (XML) Interoperability Test #3: The Power of the CIM to Exchange Power System Models, EPRI [R]. Palo Alto: Electric Power Research Institute, Inc., 2002
- [8] 唐 剑,张 超,赵 亮. 基于 IEC 61970 CIM 的自动建模继电保护整定系统的设计与实现[J]. 浙江电力, 2009, 28(5):48-51
- [9] 彭明伟,刘毅,郭创新. CIM 模型在继电保护设备建模中的应用[J]. 机电工程, 2009, 26(5):98-100
- [10] 陈海勇,王 倩. 基于 CIM 模型的 SCADA 系统实时数据库[J]. 铁道运输与经济, 2008, 30(11):91-94

Study and design of information integration platform for university based on CIM

ZHANG Qiang-zhong*

(Network and Informationlization Center, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China)

Abstract: The information integration facing digital campus of universities is a very important part in informational construction of universities. Due to the immature of information integration model and the weak generality of integration mode and method, based on the analyses and researches on public information model CIM widely applied to the power system, and using the object-oriented CIM, the university information management system is described, and the CIM modeling method for the system is proposed, the design and realization method for the university information integration platform based on CIM is extracted. The validity and stability are confirmed by application examples.

Key words: information integration; public information model; integration platform; university informationlization