

复旦大学

硕士学位论文

数字化校园的研究与系统集成

姓名：张丹珏

申请学位级别：硕士

专业：计算机技术

指导教师：顾宁

20070610

论文独创性声明

本论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。论文中除了特别加以标注和致谢的地方外，不包含其他人或其它机构已经发表或撰写过的研究成果。其他同志对本研究的启发和所做的贡献均已在论文中作了明确的声明并表示了谢意。

作者签名: 张丹琰 日期: 2007.6.10

论文使用授权声明

本人完全了解复旦大学有关保留、使用学位论文的规定，即：学校有权保留送交论文的复印件，允许论文被查阅和借阅；学校可以公布论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其它复制手段保存论文。保密的论文在解密后遵守此规定。

作者签名: 张丹琰 导师签名: 马峰 日期: 2007.6.10

摘 要

随着信息化的高速发展，作为教育机构的学校也发展迅速，而为了提高工作效率，更好的为教学服务，校内各部门纷纷使用了各类信息系统，数字化校园应运而生，然而数字化校园的建设是一项复杂、困难而极具意义的工作，随着应用范围的扩大，出现了大量异构系统，“信息孤岛”问题也日益突出，系统集成成为数字化校园发展的瓶颈。

在数字化校园的业务应用层，设计并实现一个灵活、规范、低成本的、具有良好应用前景的应用系统集成框架，彻底解决信息孤岛问题，使得整个校园的信息化应用形成一个有机的整体，这就是本文的工作目标。

为了完成上述目标，本文以上海杉达学院的“数字杉达”数字化校园系统为例，研究了 Web Services 技术在系统集成中的应用，提出利用 Web Services 技术来解决系统集成的问题，特别是异构系统的集成，并设计和实现了一个基于 Web Services 技术的数字化校园系统集成的框架，同时利用 Web Services 技术对现有的服务进行合成，使之更好的为教学服务，从而满足广大师生的要求。

关键词：数字化校园、Web Services、系统集成

中图分类号：TP312

Abstract

With the rapid development of Information Technology, educational institutions develop very fast. In order to improve work efficiency and provide better services for teaching, every department in school starts to adopt various information systems. Therefore, digital campus is coming into being. The construction of digital campus is a very complex and difficult project, but it is of great significance. While its applications are expanding, a large number of heterogeneous systems come forward. Besides, the problem of “Information Isolated Island” is becoming conspicuous too. System Integration turns out to be the bottleneck of the digital campus.

The objective of this paper is to design and realize a flexible, standard and low-cost integration framework of the application system with a good application prospect on the basis of digital campus business applications, so as to thoroughly solve the problem of “Information Isolated Island” and make all the campus IT applications form an organic whole.

In order to achieve the above objectives, this paper studied the applications of Web Services technology in system integration by taking “Digital Sanda” –digital campus system of Shanghai Sanda University as an example suggests Web Services technology can be used to solve the problem of system integration, especially heterogeneous system integration. The paper has also designed and realized a digital campus system integration framework based on Web Services technology, through which present services can be improved, so as to provide better services for teaching and meet the requirements of teachers and students.

Keywords : Digital Campus, Web Services, System Integration

CLC : TP312

第一章 绪 论

1.1 数字化校园概述

1.1.1 数字化校园的概念及基本特点

1990年由美国克莱蒙特大学凯尼斯·格林(Kenneth Green)发起并主持的一项大型科研项目“信息化校园计划”(The Campus Computing Project),这是数字化校园的最早出现。

在信息化建设过程中,人们提出了“数字城市”、“数字校园”等概念。对“数字校园”,目前仍没有一个公认的确切定义。数字校园的含意到底是什么?

一般专家认为:“第一,数字化校园是利用计算机技术、网络技术、通讯技术对学校与教学、科研、管理和生活有关的所有信息资源进行全面的数字化,这是基础建设工作;第二,运用科学规范的管理,对这些信息资源进行整合和集成,使这些信息资源能够有序的运转,更好地为教学、科研、管理和生活服务;第三,把学校建设成面向校园内,也面向社会的一个超越时间、超越空间的虚拟大学,是我们要达到的目标”。

也有专家认为,数字校园是“以网络为基础,从环境、资源到活动的全部数字化校园网络及其应用系统构成整个校园的神经系统,完成校园的信息传递和服务。在数字校园里,可以通过现代化手段,方便地实现学校的教学、科研、管理、服务等活动的全部过程,从而达到提高教学质量、科研水平、管理水平的目的”。要求用层次化、整体的观点实施校园信息化建设,把校园网上的信息更好地组织和分类,让用户在网上快速发现自己需求的信息。为师生提供网上信息交流环境,让管理人员科学地、规范地管理自己的数据,并将这些信息方便地发布出去。它是在传统校园的基础上,利用先进的信息化手段和工具,将现实校园的各项资源数字化,形成的一个数字空间,使现实校园在时间和空间上延伸。

可以看到,对数字校园的不同描述和定义,强调的核心在于“资源数字化、信息流转网络化、应用集成化,最终实现教学、科研、管理和生活的智能化”。

数字化校园的特点应突出体现在以下三个方面:

- 网络化:这是一种趋势,前期大规模的基础网络建设在此时将产生深远的影响,所有的工作、学习、生活都将被赋以鲜明的网络特色,网络将是所有工作的物质基础。

- 智能化：从技术的角度讲，智能化就是自动化，就是通过一系列智能技术，使设备或者系统部分地具有人的智能，从而能够部分地代替人的劳动。
- 个性化：个性化的影响已越来越大，通过网络，人们可以将自己的需求发布出去，也可以通过网站和定制系统获得所需求的信息，数字化校园为个性化教学开辟了广阔的视野。

在这三者中，如果说网络化是基础、是环境，个性化是要求，而智能化就是目的。

1.1.2 数字化校园的层次结构

数字化校园的发展所经历的时间并不长，但数字化校园是一个层次结构，可以用下图（图 1-1）来表示，该图表示了数字化校园功能的层次划分，其中，内圆是核心和基础，外圆是在内圆基础上提供的进一步服务。从图中可知，数字化校园的结构分为 5 个层次，从内到外分别为：



图 1-1 数字化校园的层次结构

- 网络基础层：网络是数字化校园的基础设施，没有的网络基础设施，数字化信息就丧失了活动空间，数字化校园则根本无从谈起。
- 网络基本服务层：网络基本服务是数字化信息流动的软件基础，包括域名服务、身份认证、目录服务、网络安全、电子邮件、文件传输、WEB 发布等。
- 应用业务层：该层的处理对象是业务逻辑，它将各类数据按特定的业务逻辑组织起来，并对业务数据进行有效的管理。包括办公自动化系统、

数字图书馆、管理信息系统和网络教学系统等。它们是数字化校园的核心支持系统。

- 信息服务层：该层的处理对象是用户逻辑，它根据用户的需求提取数据，并将它呈现给用户，如社区服务系统、信息服务系统、决策支持系统、电子商务系统等。
- 个性化门户：门户是数字化校园的总入口，各类用户通过个性化门户进入数字化校园，并获得与其身份相应的服务。

1.2 数字化校园建设现状及发展趋势

1.2.1 数字化校园的建设发展阶段

第一阶段：校园网络基础建设阶段。此阶段着重于校园局域网基础设施的建设，其特点是数据、信息资源匮乏，应用简单且缺乏集成。

第二阶段：数字化校园应用建设阶段。此阶段的网络基础设施具有一定规模和水平，基本实现管理信息化、教学信息化、科研信息化和图书资源信息化。

第三阶段：集成的智能化校园建设阶段。此阶段把智能建筑 and 智能小区技术、集成管理的概念融入数字化校园，形成真正意义上的智能化校园。这个阶段实现各种系统和应用的全面整合和集成，使之成为一个有机的整体，是数字化校园的高级发展阶段。在信息化社会和知识经济时代，数字化校园建设是国内外高校的建设热点。

1.2.2 数字化校园建设现状

在国外，数字化校园建设具有发展早、起点高、投资大和速度快的特点。数字化校园概念最早由美国的麻省理工学院在上世纪 70 年代提出，经过多年的努力，已经构建出一个较成熟的数字化校园模型。在美欧，由于政府的强力支持，各学校纷纷对校务管理和教学进行了数字化改造。据调查，90 年代以来，西方发达国家大部分高校均已较成功地完成了数字化校园建设工作。

在国内，数字化校园处于正在建设发展中，从整体来看，高等教育信息化工作已经全面铺开，国内许多高校在原有校园网建设的基础上，进行了数字校园的建设。国家先后批准了 67 所高校作为现代远程教育的试点，期望以教育信息化带动教育现代化，实现我国教育的跨越式发展，其中，部分高校起步较早，已有相当基础，如清华大学和北京大学的校园网络化建设是在 90 年代初开始的，经

经过多年的建设，现已基本建成了以高速校园网为核心，包括以学术研究、网络教学、信息资源、社区服务和办公管理为功能，以开展远程教育为辐射功能的数字化教育系统，他们也是国内最早提出建设数字化校园的学校之一，目前，大部分学校在数字化校园的建设中，都认识到了标准、规范的重要性，因此，在对数字化校园进行了总体规划后，基本上都是采用集中的方式进行统一分阶段开发，在数据层利用数据仓库、数据挖掘等技术，对数据进行统一设计、统一管理、集中存放，这可以大大减少数据的冗余，最大限度的实现了数据的共享，数据层为核心的应用层提供统一的访问接口，为解决系统的集成、统一规范的访问接口、信息的共享等问题，各高校用层次化和整体的观点来规划、实施高校的信息化建设，并提出了大学资源计划(university resource planning, URP)的系统架构和建设方案。

1.2.3 大学资源计划 URP 简介

大学资源计划 URP，目前已为各大学所接受，大学资源规划（URP）的思想来源于 ERP，它主张采用“整合”的思想指导信息技术在教育领域中的应用，即将大学的教学、管理、科研、服务等业务整合在一起统筹规划，从学校资源规划的角度实施大学的数字化校园建设，实现大学的资源整合、应用整合和业务整合。所谓“学校资源规划”是指对参与学校各种业务活动的资源进行统一计划。大学的资源包括人（教师和学生）、财（工资、办公经费、教学经费、科研经费）、物（设备、房产）、以及信息（教学信息、科研信息）等，大学的活动包括教学、管理、科研和服务。

URP 从全局的高度分析大学内部的关系，通过建立统一的信息标准、平台和接口规范，将大学的各种信息资源和相关系统集成起来，实现信息共享和系统互操作，以统一的形象为用户提供个性化的服务，并为后续的应用系统设计和实施提供统一的、规范化的要求。

URP 建设的目标包括：

- 建立一个公共的平台来集成各分立的系统，并确保各种应用系统只要通过简单修改，就可以方便的进行集成，构成一个有机的整体。
- 使本来相对独立的系统之间能够很好的实现信息交换和共享。
- 使新应用能够实现即插即用。
- 使用户能够统一访问。

简单地讲，URP，即大学资源计划，就是“1 个基础平台+N 个应用系统+1 个门户”。

其系统结构如图 1-2。

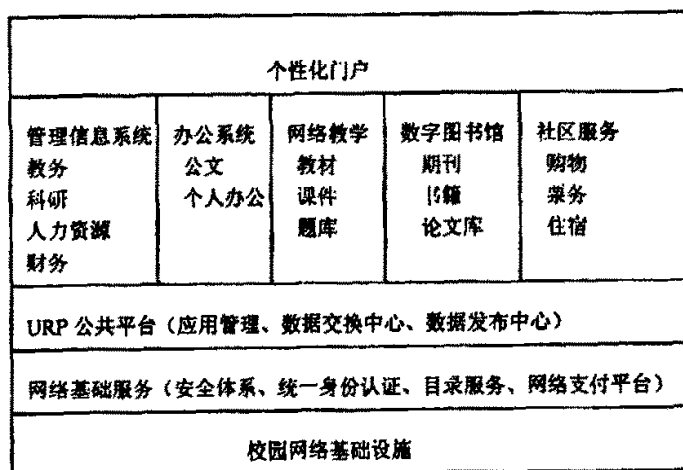


图 1-2 URP 系统结构图

URP 平台是 URP 解决方案中最为基础的部分，它为上层应用提供外部规范、接口标准、集成和基本服务，使得遵循标准和规范的应用方便地集成起来成为一个有机的整体，聚集在门户中为用户提供个性化的服务。

URP 中各种应用系统服务于不同的对象，具有不同的功能，另外，由于应用系统建设是一个逐步建设的过程，而信息技术发展很快，各种应用系统在开发技术和运行平台上都会有差异。因此要将各个应用系统进行集成，使其能平滑、顺利的衔接，功能上彼此相互合作，低成本、高质量地实现系统目标。

1.3 数字化校园建设中存在的主要问题

数字化校园是一种层次结构，在其网络基础层及网络基础服务层，目前发展比较成熟，相应的硬件和软件都有现成的产品可供购买和选择，相对来说，应用业务支撑层是其中最为复杂、技术难点最大的一层，它完全属于软件范畴的，和软件技术的发展紧密相关。分析数字化校园建设的现状，结合前述数字化校园的自身特点，在业务应用层，我们主要可以发现存在以下问题，这些也是整个数字化校园建设的关键和难点所在。

1.3.1 信息孤岛问题

在数字化校园中，各个应用系统的开发平台往往各不相同，这种不相同主要是指应用系统所使用的操作系统和编程语言不同。这就造成信息系统之间互不兼容，连通困难很大，各个信息系统成为了所谓的“信息孤岛”，不能共享数据和

流程，也就是说，在数据层和代码层都可能造成重复，从而造成软件资源的巨大浪费，而到最后将会形成应用系统开发的越多，信息孤岛现象越严重，应用系统集成的代价越高的恶性循环现象。另外，由于整个数字化校园的建设周期往往比较长，各应用系统也不可能完全进行集中开发，这样造成各个应用系统之间的衔接更为困难。

1.3.2 规划、架构问题

在数字化校园的建设中，如何设施统一的规划，采用什么样的总体架构，是个非常关键的问题。各大学在信息化建设的初期，大都经历过各部门各单位各自为政的时期，由于缺乏统一的规范，其带来的后果是数据和代码的冗余、重复和混乱，在后期数字化校园的建设一般采用类似银行的大集中、大统一方式，应用系统都建立在同一数据层之上，这消除了数据层的冗余和混乱，使得应用系统的开发变得规范且有效率，这也是 URP 的基本思想之一。

1.3.3 成本问题

大集中将带来高成本。这种高成本不仅体现在巨大的经费使用上，还包括相当大的人力成本，为了建立大集中的数据仓库，提供相应的运行支持，需要购买大型机器、大容量存储设备及更高级别的软件技术，而为了支持这些设备和技术，又需要投入更多更高级别的技术人才，这带来了高额的人力物力成本，这对大量资金缺乏，技术力量相对不足的中小型院校来讲是难以负担的。

1.4 本文的工作目标及组织结构

数字化校园的建设是一项复杂、困难而极具意义的工作，它的一大难点在于应用系统的集成，在数字化校园的业务应用层，设计并实现一个灵活、规范、低成本的、具有良好应用前景的应用系统集成框架，彻底解决信息孤岛问题，使得整个校园的信息化应用形成一个有机的整体，这就是本文的工作目标。

为了完成了上述目标，本文提出了利用 Web Services 技术来解决集成的问题，特别是异构系统的集成，并设计和实现了一个基于 Web Services 技术的数字化校园系统集成的框架。

本文共分六章：

第一章绪论，主要介绍了数字化校园的概念、特点以及研究、发展背景，分析并指出了数字化校园建设中存在的主要问题，最后，对本文的工作目标和组

织结构作简要说明。

第二章上海杉达学院数字化校园系统集成框架的设计, 根据上海杉达学院的实际情况和预设目标, 提出一种面向服务的系统集成方案, 给出了系统集成框架和内部实现机制, 并对集成框架的主要功能模块进行分析和说明。

第三章 Web Services 概述, 是本文主要的理论和技术基础, 对 Web Services 技术作了简要的介绍。

第四章 Web Services 的发布和集成, 对统一描述发现集成模型进行了研究, 分析了 UDDI 注册中心的实现机制, 说明了集成中构建私有注册中心的必要性, 并给出“数字杉达”私有 UDDI 注册中心构建方案。

第五章 Web Services 的合成, 重点分析了 Web Services 的合成方法, 并把 Web Services 合成方法应用的“数字杉达”中。

第六章结束语, 对全文的研究工作进行总结, 并对今后的工作提出了展望。
最后, 致谢所有在学习期间帮助过我的各界人士!!!

第二章 上海杉达学院数字化校园系统设计

2.1 上海杉达学院现状

1992年6月,由上海交通大学、北京大学、清华大学的部分教授发起创办上海杉达学院(原杉达大学)。1994年2月经国家教委批准正式建校,是上海市第一所具有高等学历教育资格的民办普通高校,2002年3月经国家教育部正式批准上海杉达学院设置为本科层次的普通高校,也是上海市第一所具有本科学历教育资格的民办普通高校,属上海市人民政府领导。2005年8月经上海市学位委员会同意我院增列为学士学位授予单位。2005年10月,学校成人教育学院获准成立。2006年10月成立沪东工学院。

上海杉达学院建校近15年,从无到有,从小到大,学校具有一定规模,办学具有一定水平,目前分为上海浦东新区和浙江省嘉善地区二个校区,本部位于上海浦东金海路2727号,两个校区共有土地808亩,建筑面积22.8万平方米,学校总资产达人民币5.25亿元,目前在校生人数近一万,专职教职工达360多人,已经培养出多届毕业生上万人。

学校所有的主要建筑都已布设了光纤,并且校内网络速度已达到了千兆链路,百兆到桌面,各类计算机2000多台,与教育网及互联网均有宽带连接。校图书馆共有电子图书550G,约合22.5万册,同时也是上海高校网络图书馆首批31个成员之一。

目前我校存在的问题如下:

- 各部门各自拥有信息系统,但是由于种种原因,缺乏统一的信息化规划指导,整体性考虑不足,造成编码、接口等方面缺少统一标准,难以形成统一的数据共享和交换机制。
- 软、硬件平台、操作系统存在严重的异构性,既有大型机操作系统OS/390,又有UNIX, Windows等数种操作系统,数据库管理系统各不相同,存在DB2, Oracle, Sybase, SQL Server等多种数据库,软件开发工具种类繁多,诸如C, C++, VB, VC, JAVA, Power Builder, Delphi等,造成系统之间的连通性和互操作性较差。
- 各部门信息系统独立建设、运行、更新和维护,不仅造成信息孤岛问题十分突出,信息难以综合利用,而且重复开发和建设带来大量浪费,同时给系统扩展和管理带来很大的困难。

作为一个拥有近万学生的本科院校,要求对学生的各类信息进行合理的管理

和利用，要求学校各部门之间相互联系、相互配合、相互协作，以便更好地为教学服务，为了达到高速快捷的目的，就需要各部门的信息系统之间能够实时地共享数据，如果各自为政就会导致系统之间的综合利用难以开展，整体效益难以发挥，这种现状将可能严重制约了学校的发展，因此迫切需要寻求先进、成熟、经济、适用、可靠的信息集成、共享和综合利用的解决方案，通过高效的集成方案对各部门系统进行整合，屏蔽操作系统、数据库、开发环境的差异，实现异构系统的无缝集成，使得它们彼此能够通信、共享数据信息，从而加强各部门间的协作，提高效率，满足现代教学的需求。

2.2 开发“数字杉达”的必要性

2.2.1 时代发展的需要

21 世纪是信息化的时代，电子商务、电子政务等各行各业的数字化、信息化，推动着各个领域的发展，从而推动着社会的发展。教育系统也不例外，教学资源、教学方法和手段、教学管理的网络化、信息化，发展势头迅猛，并催生了高校信息化水平的评估，因此数字化校园的建设在所难免。

2.2.2 学院管理的要求

学校是个小社会，学校的管理是个复杂的系统工程。随着学院不断的发展，规模的不断扩大，人员和工作量的与日俱增，管理上的数据量也快速上升。一个一万人的学校仅学生成绩一项，其数据一年就可高达到二、三十万个。同时，社会的节奏越来越快，要求对各类事件作出的反应既科学又灵敏，用手工处理肯定达不到准确、快速的要求，并且浪费了大量的人力、物力和时间，更谈不上在这些数据的基础上进行决策分析。

同时，由于目前各部门信息无法实现准确、快速的共享沟通，数据的一致性不能得到保证，给各部门的工作带来一定的困扰。

如何将我们的行政管理人员从烦重且低级的手工劳动中解放出来，让他们将更多的精力用在工作的决策分析上。信息化是唯一之路。像上海杉达学院这样的民办高校，它的管理队伍必然要少而精，这样就更要借助于像“数字杉达”这样的信息管理系统来处理应对各种事情。

2.3.3 学院人才培养和科研发展的需要

我们培养的学生，日后必须要适应社会的信息化，才能融入社会，为社会所接受，而信息化的教育，除了开设必要的课程和实践试验外，更重要的是让他们处在信息化的环境中接受熏陶，接受训练，因此学校应该尽早信息化、网络化。

同时，学校信息管理系统涉及到学院的各个方面，是一个复杂的系统工程，通过管理信息系统的建设，可以锻炼一支技术队伍，有利于杉达科研队伍的建设 and 教师水平的提高。

2.3 开发“数字杉达”的意义

目前，各高校都有为数不少的信息管理系统，如本科管理系统、研究生管理系统、财务系统、人事管理系统、设备管理系统等，在没有 IT 全局战略和方向的环境下，由于缺乏一个标准的 IT 环境，就会建立起各种分散的系统，各个部门各自为政，形成了一个个信息“孤岛”，各个系统的资源并未达到共享。数字化校园建设是一个庞大的系统工程，在进行系统开发时需要有一个整体的考虑，以保证数字化校园形成一个完整的整体。并且，随着高校信息化建设的推进，大批信息系统纷纷上马，这些项目超过了以前单个项目实施的含义，它关系到整个学校发展的长远目标，具有长远的战略意义。

上海杉达学院是一所民办高校，它有遵循高校管理的一般规律的一面，但也有民办高校自身特点的一面，何况还处在不断发展不断提高的阶段，适合杉达的现成的数字化校园系统很少，并且价值不菲，而且很难满足不断发展不断修改的需要。同时，现在需要的不仅仅是各个分散的信息管理系统，更希望从一个完整的信息系统中通过数据分析数据挖掘能获得管理决策的有用的辅助信息，这更是现成软件难以做到的。

数字杉达采用自主开发的形式，不仅能满足自身的需要，更重要的是还可以培养出一支技术队伍，或许将来这支队伍能为其他民办高校服务，为民办高校提高校园信息化水平作点贡献。

2.4 开发“数字杉达”的可行性

根据我校现在的实际情况以及参考开发大型项目的必备条件，我校已具备了开发“数字杉达”项目的条件：

- 校领导高度重视，有步骤地作了“数字杉达”的基础性工作。

- 各部门确实希望能利用信息系统提高他们的工作效率，积极性较高。
- 部分部门在平时工作中已经使用了一些信息系统，如财务管理系统、图书管理系统、办公自动化系统等，有一定的信息化基础。
- 学校目前部分人员已具有开发信息系统的能力。
- 学校的网络一期、二期工程和即将竣工的网络三期工程，以及其他硬件设备已能满足信息系统运行的需要。

2.5 系统目标、开发原则

2.5.1 系统目标

- 较大幅度地提高学校管理工作的效率。
- 建成行业先进的教育管理信息系统，校内信息达到完全共享，并能充分利用。
- 建立一支达到行业水准的软件研发队伍。
- 摸清学校的综合办学能力，提供能力挖掘的方案，为各级管理者提供各类实际问题的解决方案。
- 提高与同行的交流水平。
- 提高学校的科研水平。

2.5.2 开发原则

- 自主开发为主：
 - ✧ 有利于建设一个符合学校自身管理文化的信息系统。
 - ✧ 有利于系统以后的升级、改造，使系统随着学校的发展而不断发展。
 - ✧ 有利于我校自身科研队伍的建设。
 - ✧ 有利于降低成本，提高经济效益。
- 采用目前比较成熟的运行平台及开发技术，例如，UNIX、Windows 操作系统，Sybase、DB2、Oracle、SQL Server 数据库系统，VB、VC、ASP、java 编程语言等。
 - ✧ 有利于降低系统开发风险。
 - ✧ 有利于提高开发效率。
 - ✧ 有利于降低成本，提高经济效益。
 - ✧ 有利于系统的维护。

- 由各个部门各自抽调技术人员自行开发系统，再进行系统集成。
 - ✧ 有利于发挥各部门的积极性。
 - ✧ 有利于系统开发前期的需求分析及沟通。
 - ✧ 有利于与各部门原有旧系统的衔接。
 - ✧ 有利于将来各部门系统的更新。

2.6 系统功能模块

该系统作为一个数字化校园系统，包括了学校各个方面的所有事务处理、数据管理、决策支持等，是全校日后工作的基础，所以它的包含的功能模块较多，涉及到学校的各个部门，经过与各部门的沟通，需求分析得到“数字杉达”的模块结构图如下（图 2-1 和图 2-2）

“数字杉达”信息化建设模块结构图(接下页)

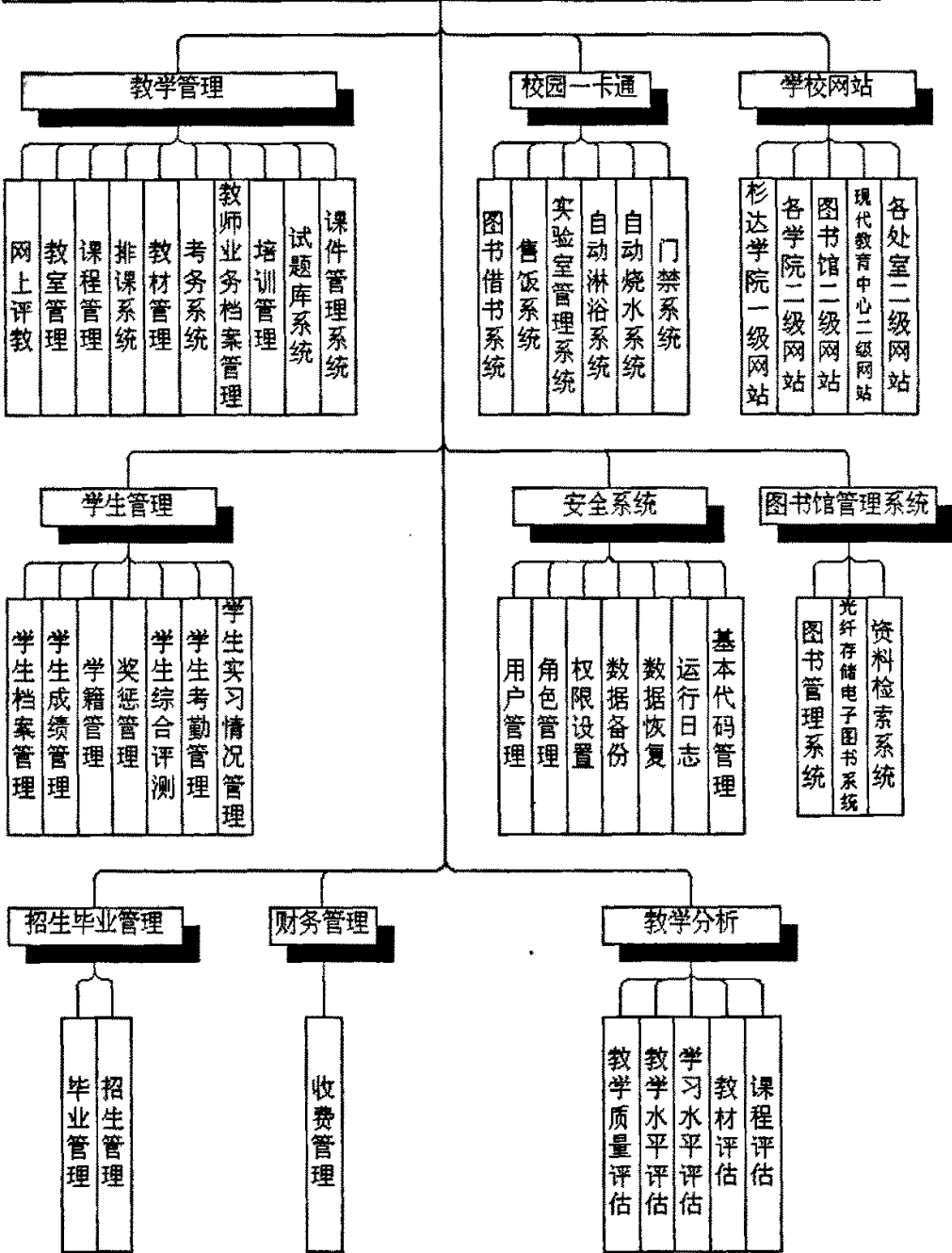


图 2-1 “数字杉达”模块结构图（一）

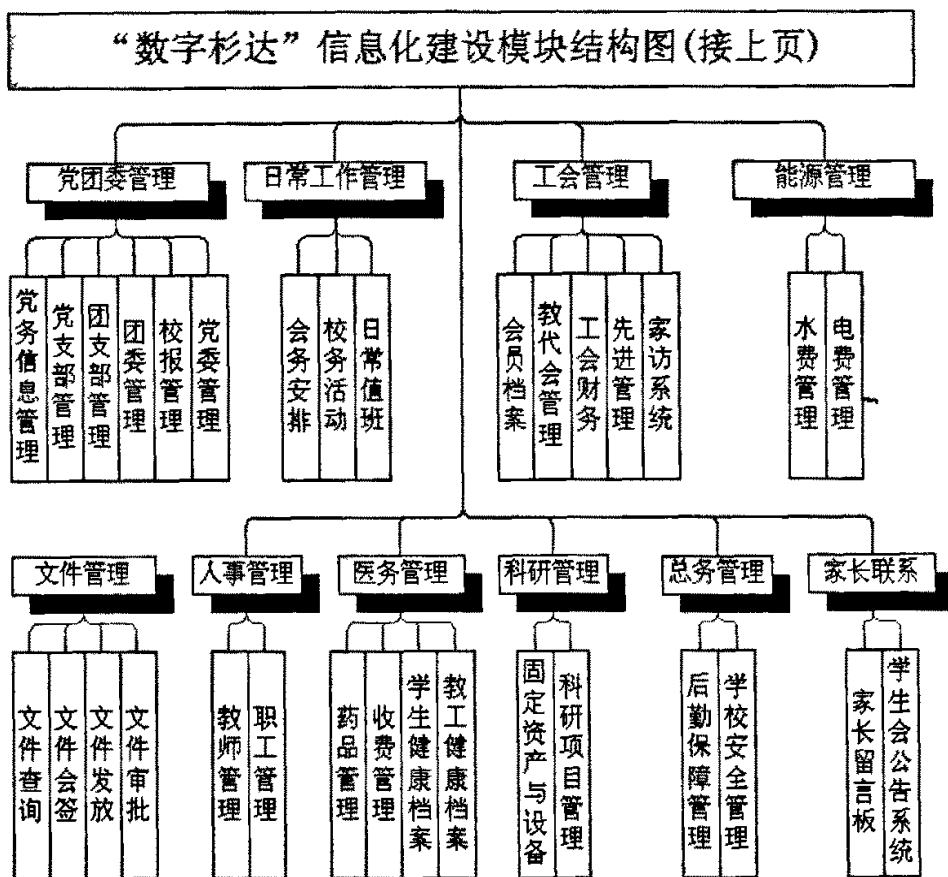


图 2-2 “数字杉达”模块结构图（二）

根据以上模块结构图,各部门的功能模块由各自抽调出来的技术人员自行负责开发,可在原有的信息系统的基础上进行更新扩展,也可重新开发,为了使各个系统,包括异构系统,能够方便快捷地共享信息,协同工作,我们把各个功能模块包装成可以在网络上发布和搜索的 Web Service,然后利用 UDDI 等 Web Services 技术进行系统的集成。

第三章 Web Services 概述

3.1 Web Services 的产生

随着 Internet 的发展,很多商业机构非常希望能够把它们的企业运营集成到分布应用软件环境中,例如网上支付、网上购物、网上订票和网上炒股等,但什么样的分布计算模式才能适合这种需求呢?首先,这种分布计算模式必须独立于提供商、平台和编程语言,其次,必须提供足够的交互能力,能够适合各种场合的应用,最后,对于程序员来说,它还必须易于实现和发布应用程序,简单地说,就是需要一个基于 Internet 开发标准的分布计算模式。

于是 Web Services 应运而生,Web Services 的诞生不是偶然的,是 Internet 以及相关技术发展 to 一定程度的产物。自从有了 Internet,HTTP 协议就广为使用,其简单性、可靠性、通用性使得依靠它的网页可以流行在各个平台上,XML 语言的诞生使得信息的传输可以脱离平台、程序语言的限制,为网络上各种系统的“对话”提供了一门“国际化的语言”,SOAP 协议为服务的请求、消息的格式定义了简单的规则,并得到了各大系统软件提供商的支持,这一切仿佛都使得 Web Services 的出现成为一种必然。

回顾 Web Services 的发展历程,它现在应正处于技术发展过程中,Web 开发界已经将 Web Services 视为可行的工具,并逐步将它用于完成许多陈旧、庞大的技术所不能实现的任务,由于 Web Services 的技术标准日渐成熟和稳定,它的应用正在不断普及,尤其是在企业内部集成等方面一直稳步发展,目前 Web Services 已经在电子政务、金融、零售、能源、交通、电子制造、地理信息服务等行业和领域广泛应用,并且具有许多成功的案例。

3.2 Web Services 的定义

Web Services 通常是指通过 Web 提供的各种服务,至今为止,Web Services 还没有统一的定义,几家专业机构的定义如下:

- IBM: Web Services 是自描述的、自包含的、能与别的 Web Services 匹配的最小应用模块。
- HP: Web Services 是能通过互联网解决问题,完成一定任务(或事务处理)的一种服务。
- Sun: Web Services 应具有以下特征:通过 Web 可被访问、一个 XML 的

对外接口、通过注册可以定位、在 Web 协议的标准上，使用 XML 消息通信、在系统之间支持松散的耦合。

- Bloor NA (北美研究院): Web Services 是一系列标准和正在发展中的标准，它们是由 W3C 设计和制定的，可用来促进跨平台的程序对程序之间的通信。

总之，Web Services 是 Web 应用的新标准，可以说 Web Services 是一种按标准语言描述并通过网络发布、发现和调用的自包含、自调用、自描述、松散耦合的构件集合。

3.3 Web Services 的体系结构

Web Services 的体系结构是一种分布式的，用来促进跨平台的程序间的通信，是由简单对象访问模型发展而来，它把所有应用实体都抽象成服务，包括三个角色和三种基本操作，如图 3-1

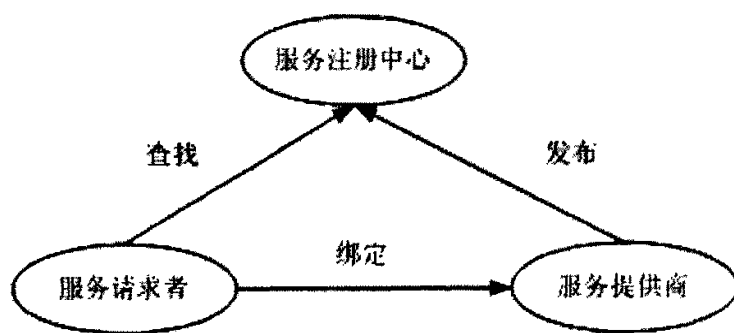


图 3-1 Web Services 的体系结构

3.3.1 体系结构中的角色

Web 服务的体系结构是基于三种角色(服务提供商、服务请求者和服务注册中心)之间的交互。

- 服务提供商: 从商务角度看它是指服务的所有者，从体系结构上看它是指提供服务的平台，是一种可通过网络地址访问的实体，它从服务请求者接受和执行请求，它发布服务和接口到服务注册中心以便于服务请求者能发现和访问该服务。

- **服务请求者**：从商务角度看它是指需要请求特定功能的企业，从体系结构上看它是指查找和调用服务的客户端应用程序、软件模块或者服务。它向注册中心提出服务请求，通过传输器绑定该服务，然后执行该服务功能。
- **服务注册中心**：是指用来存储服务描述信息的信息仓库，它负责为服务提供商发布服务，为服务请求方查找服务，并且将获得服务的信息绑定给请求方。服务注册中心使服务发现成为可能，它包含了一个可利用的服务仓库和允许服务请求者查找他们感兴趣的服务提供商接口。

3.3.2 体系结构中的操作

为了使用各类 Web Services，必然会产生以下的三种操作：发布服务描述、查找服务描述以及根据服务描述绑定或调用服务，这些操作可以单次或反复出现。

- **发布(publish)**：为了使自己的服务可访问，服务提供商需要将服务进行一定的描述并发布到服务注册中心，注册自己的功能和接口，使服务请求者可以查找到它，在此过程中服务提供商需要通过身份验证才能对服务进行发布或修改。
- **查找(find)**：服务请求者向服务注册中心检索服务描述或在服务注册中心中查询所要求的特定服务。
- **绑定(bind)**：在检索服务描述后，服务请求者通过服务描述的信息来定位、联系和调用服务。

3.3.3 体系结构中的标准

对应于上述的三种操作，Web Services 给出了三种标准如下：

- **SOAP (简单对象访问协议)**：它实现的是底层协议，定义了服务请求者和服务提供商之间的消息传输规范，SOAP 用 XML 描述消息，用 HTTP 承载消息，SOAP 包括四个部分：封皮（定义了描述消息和如何处理消息的框架）、表达应用程序定义的数据类型实例的编码规则（SOAP 编码规则）、SOAP RPC 表示（定义远程过程调用和应答的协议）、SOAP 绑定（定义如何使用底层传输协议进行 SOAP 消息的交换）
- **WSDL (Web Services 描述语言)**：它是 Microsoft 公司的 SDL (Services Description Language) 和 IBM 公司的 NASSL (Network-Accessible Services Specification Language) 合并后被 W3C 接纳所形成的标准。

它为服务提供商提供以 XML 格式描述 Web Services 请求的标准格式，将网络服务描述为能够进行消息交换的通信端点的集合，以表达一个 Web Services 能做什么，它的位置在哪里，如何调用它等。

- UDDI（统一描述、发现和集成协议，Universal Description Discovery and Integration）是一套基于 Web 分布式的 Web Services 信息注册中心的实现标准规范，同时它也包含了一组访问协议的实现标准，使得服务提供商能将自身的 Web Services 注册上去，并让服务请求者能够发现并访问这些 Web Services，创建 UDDI 注册中心的目的就是帮助服务请求者发现并使用所需要的 Web Services。

服务提供者通过 UDDI 提供服务的流程：

- ✧ 开发用于发布的 Web Services。
- ✧ 建立自己的 Web 服务器，将要对外发布的 Web Services 放到服务器上，也可以将它们放到托管的 Web 服务器上。
- ✧ 注册 Web Services，通过 UDDI 规范协议，将要对外发布的 Web Services 注册到 UDDI 注册中心（公共 UDDI 或私有 UDDI）。
- ✧ 接受用户的绑定信息，验证用户信息，向用户提供服务。

服务请求者通过 UDDI 获取服务的流程：

- ✧ 连接 UDDI 注册中心，查找需要的 Web Services，成功后，返回结果是服务描述 WSDL 文件。
- ✧ 通过由 UDDI 提供的 WSDL 文件建立服务代理类。
- ✧ 通过服务代理类连接服务器上的 Web Services。
- ✧ 调用 Web Services 得到服务返回结果。

从概念上讲，UDDI 注册中心里的数据可以分为以下四类：

- ✧ 商业实体（businessEntity）：即发布服务信息的商业实体的详细信息，包括企业名称、关键性的标识、可选的分类信息和联络方法等。
- ✧ 服务信息（businessService）：即一组特定的技术服务的描述信息，是对 Web Services 的技术和商业描述，也是 businessEntity 的子结构。
- ✧ 绑定模板（bindingTemplate）：即关于 Web Services 的入口点和相关技术规范的描述信息。调用一个服务所需要的信息是在 bindingTemplate 结构中定义的。
- ✧ 技术模型（tModel）：即 Web Services 或分类法的规范描述信息，也就是关于调用规范的元数据，包括 Web Services 名称、注册 Web

Services 的企业信息和指向这些规范本身的 URL 指针等。

这四类数据中的每一类都表示 UDDI 中的一种实体，任何一个这样的实体在 UDDI 注册中心都可以指定有自己的 UUID，利用这个标识符人们可以在 UDDI 注册中心的上下文中找到它所代表的实体。当企业需要使用合作伙伴所提供的 Web Services 时，上述四类实体是技术人员必须了解的技术信息。

3.4 Web Services 合成

尽管 Web Services 技术为异构、自治和松散耦合的分布式应用提供了一个集成和交互机制，但是单一的 Web Service 功能毕竟简单和有限，难以满足某些实际应用的需要，因此有必要对现有的单个 Web Services 进行合成，以生成功能更复杂、更强大的 Web Services 来支持各种应用需求。随着 Web Services 应用的不断深入，Web Services 合成技术已经越来越得到了工业界和研究界的广泛关注。

Web Services 合成就是通过服务查找以及服务之间的接口集成，将多个自治的 Web Services 根据应用需要进行组合，从而提供新的、功能更强的 Web Services，或者说提供一些增值的 Web Services。一个合成的 Web Services 是一些独立的、相互交互的 Web Services 的聚集，并把它所聚集的 Web Services 作为自己的组件来看待，从而获得比原先 Web Services 更强大的功能。从“粒度”意义上讲，Web Services 合成是对 Web Services 进行更大部分的封装并把该封装后的结果作为一个 Web Service 暴露给外界，而从“顺序”意义上讲，合成是定义一系列 Web Services 的调用顺序。

从 Web Services 合成过程来看，Web Services 可以分为基本服务（elementary service）和合成服务（composite service）。基本服务是指事先已经存在、开发好的服务，对于其它服务或者用户来说，它是透明的，而合成服务则是指对其它的一些服务（可能是基本服务，也可能是合成服务）的合成，并且以一个接口的形式提供给用户或其它服务使用。

Web Services 的合成方法从技术上大体可以分为静态合成和动态合成两种。静态合成是指在开发设计过程中就决定了 Web Services 之间中的控制流和数据流是如何进行的，而动态合成则是在系统运行过程中进行的，它们之间的控制流和数据流都是自动产生的。至于最终采用静态合成还是动态合成可以根据 Web Services 的特点和用户需要决定，如果合成的 Web Services 之间的内在关系比较固定，则采用静态合成，如果合成的 Web Services 需要经常根据环境进行动态调整，则采用动态合成技术。动态合成以静态合成为基础，而且其难度要大于

静态合成。

3.5 Web Services 的特点

Web Services 并不是一个纯新的技术，它是建立在现有的技术和规范的基础上的一个标准，如 HTTP, XML, SOAP, WSDL, UDDI 等标准，它是下一代分布式系统的核心，它具有如下特点：

- 互操作性：Web Services 通过 SOAP 实现相互间的访问，任何服务都可以与其它服务进行交互，避免了不同协议之间的相互转换。Web Services 可以用任何语言编写，因此开发者不需要更改开发环境就能开发新的系统，同时还可以在新的 Web Services 中使用已有的服务，而不必考虑服务的实现语言、运行环境等具体实现细节。
- 完好的封装性：Web Services 既然是一种部署在 Web 上的对象，自然具备对象的良好封装性，而对于服务请求者而言，仅仅能看到该对象上所提供的服务功能列表。
- 松散耦合：这一特征是源于对象技术，当一个 Web Services 的实现发生变化的时候，服务请求者是不会觉察到的，对于服务请求者来说，只要 Web Services 的调用接口不变，Web Services 实现的任何变更对他们来说都是透明的。
- 使用标准协议规范：作为 Web Services，其所有公共的协议完全使用开放的标准协议进行描述、传输和交换，这些标准协议具有完全免费的规范，以便由任意方进行实现，一般而言，绝大多数规范将最终由 W3C 作为最终版本的发布方和维护方。
- 高度可集成能力：由于 Web Services 采取简单的、易理解的标准 Web 协议作为组件界面描述和协同描述规范，完全屏蔽了不同软件平台的差异。因此，无论是 CORBA, DCOM 还是 EJB，都可以通过这一种标准的协议进行互操作，实现了在当前环境下最高的可集成性。

Web Services 的主要目的是实现跨平台的互操作，为了达到这一目的，Web Services 完全基于 XML、XSD 等独立于平台、独立于软件供应商的标准，它是创建可互操作的分布式应用程序的新平台，在下面几种场合使用 Web Services 将会带来极大的好处：

- 跨防火墙的通信

如果应用程序有成千上万的用户，而且这些用户可能会分布在全球各地，那么客户端和服务端之间的通信将是一个非常棘手的问题，因为客户端和服务端之间通常会有防火墙或者代理服务器，在这种情况下，

传统的做法是编写 ASP 页面，选择浏览器作为客户端，把应用程序的中间层暴露给最终用户，但是这样做的结果是增加开发的难度，使程序难以维护。

从经验来看，在一个用户界面和中间层有较多交互的应用程序中，使用 Web Services 这种结构，可以在用户界面编程上节省 20% 左右的开发时间，另外，这样一个由 Web Services 组成的中间层，完全可以在应用程序集成场合下重用。

➤ 应用程序集成

企业级应用程序的开发者都知道，在企业里经常要把不同语言写成的、在不同平台上运行的各种应用程序集成起来，使这些程序能够共享信息，而这种集成通常需要花费很大的开发力量，即使在同一种平台上，不同软件厂商生产的各种软件也常常需要集成，通过 Web Services，应用程序可以用标准的方法把功能和数据“暴露”出来，供其他应用程序使用。

➤ B2B 的集成

Web Services 是 B2B 集成的捷径，通过 Web Services，公司可以把关键的商务应用“暴露”给指定的供应商和客户，当然，这并不是一个新的概念，因为 EDI（电子文档交换）早就实现这样的功能了，但是，Web Services 的实现要比 EDI 简单得多，而且 Web Services 运行在 Internet 上，在世界任何地方都可以轻易访问，其运行成本相对较低，不过，Web Services 并不像 EDI 那样是文档交换或 B2B 集成的完整解决方案，它只是 B2B 集成的一个高效实现技术，还需要许多其他的部分才能实现集成。

用 Web Services 来实现 B2B 集成的最大的好处就是利用这个技术可以轻易实现互操作性，只要把商务逻辑“暴露”出来，成为 Web Services，就可以让任何指定的合作伙伴调用这些商务逻辑，而不管他们的系统在什么平台上运行，使用什么开发语言，这样就大大减少了花在 B2B 集成上的时间和成本，让许多原本无法承受 EDI 的中小企业也能实现 B2B 集成。

➤ 软件和数据重用

软件重用是软件工程的核心概念之一，软件重用的实现形式有很多种，重用的程度也有大有小，当前的各类重用技术都有一个很大的限制，就是仅限于重用代码，不能重用数据。Web Services 就能解决这个难题，在重用代码的同时还可以重用代码背后的数据，使用 Web Services 再

也不需要像以前那样，要先从第三方购买、安装软件组件，再从应用程序中调用这些组件，而是指需要直接调用远端的 Web Services 就可以了。

综上所述，Web Services 技术在需要通过 Web 进行互操作或者远程调用的情况下最适合应用，不过在以下 2 种情况下，Web Services 技术根本不能带来任何好处：

- 单机应用程序
- 局域网的同构应用程序

3.6 Web Services 的开发

3.6.1 开发生命周期

Web Services 的开发生命周期包括设计、部署以及在运行时对服务注册中心、服务提供商和服务请求者每一个角色的要求，一般说来，开发生命周期有以下四个阶段：

- 构建：包括开发和测试服务实现、定义服务接口描述和定义 Web Services 实现描述，可以通过创建新的 Web Services、把现有的应用程序封装成 Web Services 以及将其他 Web Services 和应用程序组成新的 Web Services 来提供 Web Services 的实现。
- 部署：包括向服务中心发布服务接口和服务实现的定义，以及把 Web Services 的可执行文件部署到执行环境中。
- 运行：在该阶段可以调用 Web Services，Web Services 完全被部署后，它们是可以操作的并且服务提供商可以通过网络访问服务，服务请求者可以通过服务注册中心进行查找、发现 Web Services，并根据规范实现绑定、调用操作。
- 管理：包括持续的管理和经营 Web Services 应用程序，例如，需要解决安全性、可用性、性能、服务质量和业务流程等问题。

创建 Web Services 的过程与创建其他任何类型的应用程序的过程别无二致，事实上，它是“设计与实现→部署与发布→发现与调用”的一个周期，如下图

3-2

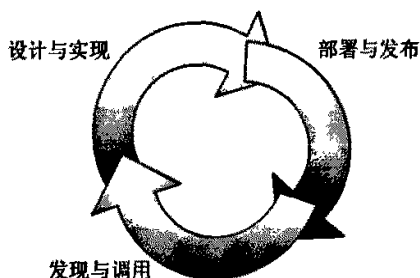


图 3-2 Web Services 开发生命周期

3.6.2 开发平台

Microsoft.Net 与 J2EE 是目前企业 Web Services 平台中的两个最重要的应用框架，它们都针对分布式 N 层(N-Tier)应用的设计、集成、性能、安全性和可靠性等诸多方面为用户提供了总体的指南和规范，基于这些指南和规范，技术提供商提供了相应的平台、工具和编程环境，在具体的应用框架中，包括了针对应用的表现层服务、服务器端进程、会话管理、商业逻辑框架、应用数据缓存、应用逻辑、持久化性、事务、安全和日志服务等。

以下是两大平台的简要比较：

➤ J2EE

- ✧ 通过 JAXM, JAXP, JAXR, JAX-RPC 对 Web Services 提供支持。
- ✧ Java 代码能被包括 Windows、UNIX、OS390 和 AS400 等多种平台移植，因而基于 Java 的 Web Services 可以在任何一种平台上开发，并可以在另一种平台上部署和执行。
- ✧ 有多家公司已经构建了基于 J2EE 的集成开发环境（IDE）和应用服务器，他们中的多数已经开始在产品中支持 Web Services 的创建、部署、运行，但对 Web Services 标准的支持和复杂的程度因产品而异。

➤ .NET

- ✧ Web Services 直接构建在 Windows 操作系统平台中，.NET 框架提供完整的 Web Services 标准，如 SOAP、WSDL、UDDI 等。
- ✧ .NET 和微软的操作系统联系非常紧密，.NET 框架包括通用语言运行时环境 CLR (Common Language Runtime)，CLR 在 .NET 源代码和潜在的硬件间充当媒介，一旦 CLR 被移植到另一种平台上，.NET 软件运行得与原来开发平台上一样好。

◆ Microsoft 同时提供了支持 Web Services 的服务器软件，包括 BizTalk 2000 以及 SQL Server 2000 等。

从以上比较来看，J2EE 和 .NET 在很多方面都具有相似的优秀特征。而 .NET 从一开始就深深打上了 Web Services 技术的烙印，它在市场推广活动中，无时无刻不凸现其作为 Web Services 的开发和部署平台的特征。相对 .NET 而言，J2EE 是一个比较“老”的东西，最初它是为了将 JAVA 平台拓展到企业级解决方案的应用领域而制定的一个平台框架规范。随着 Web Services 的兴起和发展，J2EE 才不断地将 Web Services 的支持引入进来。

第四章 Web Services 发布与集成

4.1 “数字杉达”系统集成与 Web Services 框架

4.1.1 传统的集成方案

传统的解决方案是应用企业应用集成 (EAI)，即使用专用调用接口。

企业应用集成是指企业内部不同应用系统之间的互连，以期通过应用整合实现数据在多个系统之间的同步和共享。企业应用集成包括复杂的内容，涉及到结构、硬件、软件以及流程等企业系统的各个层面：

- 集成的标准：研究 EAI 的标准，通过标准加速系统集成的发展进度，它是企业应用集成的核心，目前国际上通用的标准包括 COM+/DCOM、CORBA、EDI、Java RMI、XML 等。
- 业务过程集成：基于企业生产运作的业务过程，实现应用系统的集成，在这种集成模式下，系统会在适当的时刻为适当的应用系统准备适当的数据，同时用这些数据激活相关的应用系统。
- 应用集成：把两个或两个以上的应用系统按照一定的方式集成在一起，这些集成方式包括界面的集成、菜单集成等，两个集成在一起的系统可以方便的切换。
- 数据集成：为了完成应用集成和业务过程集成，必须首先解决系统间的数据和数据库的集成问题，即两个系统可以方便的交换各类数据信息。
- 平台集成：要实现系统的集成，底层的结构、软件的特殊需求都必须得到集成。平台集成处理一些过程和工具，进行快速安全的通信。

该方案是一种紧密耦合的集成方案，这种集成的结果不利于业务流程的调整和重组，缺乏可扩展性和灵活性，其次是实现技术缺乏标准，不同的软件厂商提供了不同的实现技术，当前组件技术存在着多个标准，不同组件技术之间的互操作给基层增加了一定的成本和难度。

随着学校的扩大，对信息处理要求的不断提高，可能会要求系统进行一定的升级更新，以适应不断变化的需求，这就要求提供一种灵活、动态、高效的解决方案以适应需求的变化，实现更大范围和高层次的集成。根据这些实际的需要，传统的应用企业应用集成方案不能很好的适用于“数字杉达”项目，因此，我们选择将 Web Services 技术应用到该项目中，使用面向服务的集成方案。

4.1.2 面向服务的集成方案

在面向服务的系统架构中，不需要对各种功能模块的代码进行大量更改，只需把现有的应用封装成 Web Services 组件并发布到 UDDI 注册中心，它们一旦被部署就可以被其他应用调用。

Web Services 技术是一门新兴的技术，Web 服务的口号是“一切皆服务”，Web Services 具有松散耦合、动态性、高效性等特点，把 Web Services 和已有的成熟信息技术进行结合是实现上述集成要求的有效手段，它的应用必将对系统的发展产生巨大的推动作用。

在“数字杉达”项目中，我们将各个功能模块封装成 Web 服务，同时发布并注册到学校的 UDDI 当中，这种基于 Web Services 的系统与传统的系统相比具有以下特点：

- 共享性：通过 Web Services 技术实现的系统中的各功能模块在网络中可以任意调用，这样就可以实现多台计算机的资源共享。
- 平台无关性：由于系统模块较多，由各个部门抽调出来的人员各自开发功能模块，使用的平台或编程语言会有所不同，因此通过 Web Services 技术实现的资源共享可以独立于平台和编程语言。
- 灵活性：通过 Web Services 技术实现的系统中的各个功能模块可以按需组合，按性能部属，自动组建对不同用户的需求相应。
- 移植性：由于学校服务器经常会由于各种原因而临时改变用途，而通过 Web Services 技术实现的系统中的各个功能模块可以根据需要方便的转移到其它服务器上，同时又能做到对用户的透明。
- 扩展性：由于采用松散耦合的结构，故在修改通过 Web Services 技术实现的系统中的功能模块时，系统仍然可以正常运行。
- 封装性：系统维护变得异常简单，维护人员不必关心服务的实现过程，从而简化了维护人员的工作复杂度，同时降低了维护成本。
- 安全性：Web Services 平台通过扩展消息处理层 SOAP 的方式来建立可靠性协议层，较好地解决了 HTTP 不可靠的问题，因此，安全性大大地提高了。

由于以上优点，“数字杉达”数字化校园系统采用 Web Services 的技术来集成、发布各个功能模块，根据面向服务集成方案的优点，我们可以通过 Web Services 来实现系统之间数据与业务的衔接，例如：针对许多系统都需要从教务处信息系统中获取学生的信息，我们就可以在学生信息系统中设计一个 Web 服务，其他部门在需要时就可以通过这个服务来获取学生的信息，对于每一个部

门的子系统，可以把需要提供给外界的信息以 Web 服务的方式封装，而其他部门需要信息的时候通过调用这些服务来获取信息。同时利用 Web Services 技术我们还可以尽可能的保留已有信息系统，保留以前的投资，并实现快速、高效地集成，达到系统综合应用的目的。

4.1.3 “数字杉达” Web Services 框架

根据上海杉达学院的现状和系统集成需求，我们决定采用各个部门抽调相关工作人员各自开发系统，然后再将服务注册到私有 UDDI 中，这是基于“高内聚，低耦合”的思想，一方面是因为同一部门内的信息系统存在着比较密切的联系，另一方面，各部门的原有系统在集成时不做太大的改变，这样可以较好地保护以前的资金投入，另外，一些部门的系统内有部分敏感数据，这样可以保护这些数据。

由于“数字杉达”数字化校园系统包含了多个子系统，根据之前的模块结构图可抽象出“数字杉达” Web Services 框架如图 4-1。

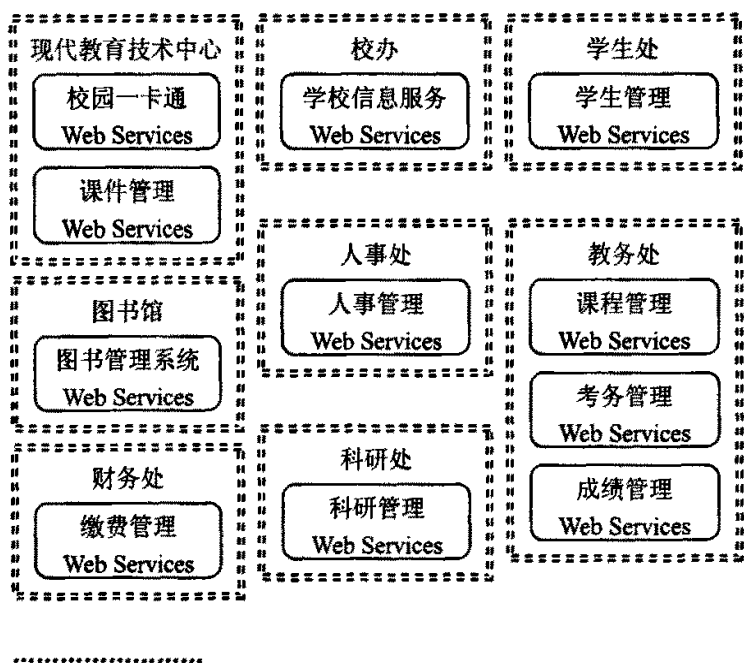


图 4-1 Web Services 框架

- 校园一卡通：由现代教育技术中心负责，主要功能为校园一卡通消费明细查询、一卡通挂失、消费纠错。
- 学校信息服务：由校办负责，主要功能为发布各类学校信息及历史信息

的查询。

- 缴费管理：由财务处负责，主要功能为各类费用收缴情况及明细查询、通过一卡通缴费。
- 图书管理系统：由图书馆负责，主要功能为各类图书资料的检索、图书借阅查询、教材购买。
- 课件管理：由现代教育技术中心负责，主要功能为收集、管理课件及相关软件，并提供下载。
- 考务系统：由教务处负责，主要功能为考试时间、地点查询、社会考试报名。
- 课程管理：由教务处负责，主要功能为课程查询、教室查询、任课教师查询。
- 科研管理：由科研处负责，主要功能为科研项目申请及管理、固定资产查询。
- 学生管理：由学生处负责，主要功能为考勤情况查询、奖惩情况查询、学籍情况查询。
- 成绩管理：由教务处负责，主要功能为成绩录入及成绩查询。
- 人事管理：由人事处负责，主要功能为教师情况查询、职工情况查询、薪资明细查询。

.....

4.1.4 生成服务

“数字杉达”的系统集成是基于 Microsoft 微软公司的 .Net 平台，.Net 平台能够很好的支持 Web Services 的开发，她内置了对 Web Services 的支持，包括 Web services 的构建和使用，与其他开发平台不同的是，使用 .Net 平台，技术人员不需要使用其他的工具或者 SDK 就可以完成 Web Services 的开发，并且 .Net Framework 本身就全面支持 Web Services，包括对服务器端的请求处理和对客户端发送和接受 SOAP 消息的支持。

在 .Net 中创建 Web Services，只需要建立一个 .asmx 文件，这个文件中自动创建一个 Web Services 标签，包含 language 和 class 两个属性，分别用于指定编程语言和在 Web Services 中暴露出的类，然后就可以像平常一样编写程序类即可，最后，在每个想要暴露出的方法前面加一个 System.Web.Services.WebMethodAttribute 属性就可以了，如果要使该 Web Services 也能供其他人使用，可将它部署到一个服务器上并注册到相应的 UDDI 中。

以全国计算机等级考试为例，原有的报名系统是考试院下发的单机版报名软件，后来利用 SQL Server 数据库的分布式访问功能后可以多台计算机同时报名，但是每台报名的计算机中都要安装考试院下发的报名软件，而且每次报名都要求报名的学生到教务处报名的计算机上输入自己的报名信息，很不方便，常常会出现教务处门口报名学生大排长龙的现象，现将报名系统包装成一个 Service，可以在网上进行发布和查询，这样每次报名学生可以使用任何一台联网电脑进行输入报名信息，不需要到教务处排队等候了。

该报名服务取名为“NCRE”，即全国计算机等级考试的简称，该 Service 包含 3 个功能：报名、考试时间和地点查询以及成绩查询。

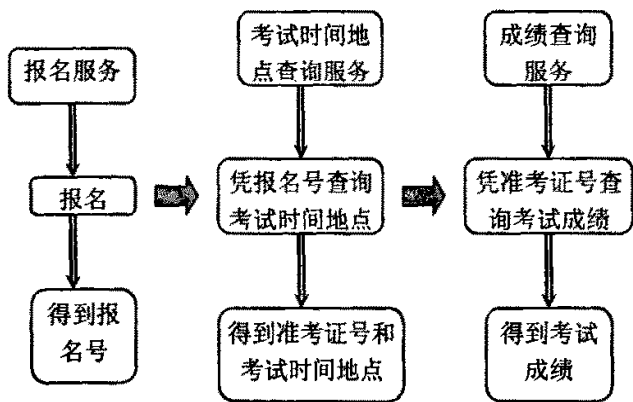


图 4-2 NCRE 考试报名流程图



图 4-3 NCRE_Service 界面

以报名服务为例，要求报名考试的学生输入自己的报名信息，然后通过校验信息的程序后递交到报名数据库中，如果报名失败则显示出错信息并给出未通过

校验的信息，如果报名成功则会给出 14 位的报名号，该报名号是根据报考级别和报名人数得出的。

以下为报名服务的 WSDL 代码：

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
- <wsdl:definitions xmlns:http="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/http/"
xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/soap/"
xmlns:s="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:soapenc="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
xmlns:tns="http://tempuri.org/ncore/Service1"
xmlns:tm="http://microsoft.com/wsdl/mime/textMatching/"
xmlns:mime="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/mime/"
targetNamespace="http://tempuri.org/ncore/Service1"
xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/">
- <wsdl:types>
- <s:schema elementFormDefault="qualified" targetNamespace="http://tempuri.org/ncore/Service1">
- <s:element name="报名">
- <s:complexType>
- <s:sequence>
<s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="姓名" type="s:string" />
<s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="报考级别" type="s:string" />
<s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="性别" type="s:string" />
<s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="身份证号" type="s:string" />
<s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="保留成绩" type="s:string" />
<s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="原准考证号" type="s:string" />
<s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="联系电话" type="s:string" />
</s:sequence>
</s:complexType>
</s:element>
- <s:element name="报名 Response">
- <s:complexType>
- <s:sequence>
<s:element minOccurs="0" maxOccurs="1" name="报名 Result" type="s:string" />

```

```

</s:sequence>

</s:complexType>

</s:element>

</s:schema>

</wsdl:types>

- <wsdl:message name="报名 SoapIn">
  <wsdl:part name="parameters" element="tns:报名" />
</wsdl:message>

- <wsdl:message name="报名 SoapOut">
  <wsdl:part name="parameters" element="tns:报名 Response" />
</wsdl:message>

- <wsdl:portType name="NCRE_ServiceSoap">
- <wsdl:operation name="报名">
  <wsdl:input message="tns:报名 SoapIn" />
  <wsdl:output message="tns:报名 SoapOut" />
</wsdl:operation>
</wsdl:portType>

- <wsdl:binding name="NCRE_ServiceSoap" type="tns:NCRE_ServiceSoap">
  <soap:binding transport="http://schemas.xmlsoap.org/soap/http" style="document" />
- <wsdl:operation name="报名">
  <soap:operation soapAction="http://tempuri.org/ncre/Service1/报名" style="document" />
- <wsdl:input>
  <soap:body use="literal" />
</wsdl:input>
- <wsdl:output>
  <soap:body use="literal" />
</wsdl:output>
</wsdl:operation>
</wsdl:binding>

- <wsdl:service name="NCRE_Service">
- <wsdl:port name="NCRE_ServiceSoap" binding="tns:NCRE_ServiceSoap">
  <soap:address location="http://localhost/ncre/ncre.asmx" />
</wsdl:port>
</wsdl:service>

```

```
</wsdl:definitions>
```

NCRE_Service 中的报名服务提供 7 个文本输入框, 分别要求报名考试的学生输入自己的报名信息: 姓名、报考级别、性别、身份证号、保留成绩、原准考证号和联系电话



图 4-4 报名服务界面

报名考试的学生输入自己的报考信息后递交到数据库, 如果报名失败则显示出错信息并指出未通过校验的信息, 如果报名成功则会给出 14 位的报名号, 该报名号是根据报考级别和报名人数得出的, 前六位“310018”为上海杉达学院的考点代号, “31”代表上海, “0018”代表 18 考点, 第七、八位为学生报考的考试级别, “15”代表一级考试, “24”代表二级 C, “26”代表二级 VB, “35”代表三级网络技术, “36”代表三级数据库技术等, 最后 6 位为报名的序号号。

添加学生的报名信息到数据库以及自动生成报名号的代码如下:

连接数据库代码:

```
Private Function GetDataSet(strSQL as String) as DataSet
    Dim myConnection as New SqlConnection(ConnectionString) ' 创建 SqlConnection 连接对象
    Dim myCommand as New SqlCommand(strSQL, myConnection) ' 创建 COMMAND 对象, 传入 SQL 参数
    myConnection.Open()
    Dim myDataAdapter as New SqlDataAdapter() ' 创建 DataAdapter 对象
    myDataAdapter.SelectCommand = myCommand
    Dim myDataSet as New DataSet() ' 生成 DataSet 并关闭连接
    myDataAdapter.Fill(myDataSet)
    myConnection.Close()
```

```
Return myDataSet ' 返回 DataSet
```

```
End Function
```

报名 Web 服务代码:

```
<WebMethod(>
```

```
Public Function 报名(ByVal 姓名 As System.String, ByVal 报考级别 As System.String, ByVal  
性别 As System.String, ByVal 身份证号 As System.String, ByVal 保留成绩 As System.String, ByVal  
准考证号 As System.String, ByVal 联系电话 As System.String) As System.String
```

```
{
```

```
Dim a=姓名
```

```
Dim b=报考级别
```

```
Dim c=性别
```

```
Dim d=身份证号
```

```
Dim f=保留成绩
```

```
Dim g=准考证号
```

```
Dim h=联系电话
```

```
Dim sql="select * from bmk"
```

```
Dim dataset=GetDataSet(sql)
```

```
Dim count = dataset.Count
```

```
Dim bmh = "310018" + b + format(count, "000000")
```

```
Dim sql="insert into NCRE(bmh, name, bkjb, sex, sfzh, bfxj, yzkzh, lxdh) values(" + bmh + ", " + a +  
", " + b + ", " + c + ", " + d + ", " + e + ", " + f + ", " + h + ")"
```

```
SqlConnection con=new SqlConnection(ConfigurationSettings.AppSettings["Conn_String"])
```

```
con.Open()
```

```
SqlCommand cmd=new SqlCommand(sql, con)
```

```
cmd.ExecuteNonQuery()
```

```
con.Close()
```

```
return bmh
```

```
}
```



图 4-5 报名后得到报名号

下面是该报名服务的 SOAP 请求和响应代码：

```
POST /ncrc/ncrc.asmx HTTP/1.1
Host: localhost
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: length
SOAPAction: "http://tempuri.org/ncrc/Service1/%E6%8A%A5%E5%90%8D"

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<soap:Envelope xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <soap:Body>
    <报名 xmlns="http://tempuri.org/ncrc/Service1">
      <姓名>string</姓名>
      <报考级别>string</报考级别>
      <性别>string</性别>
      <身份证号>string</身份证号>
      <保留成绩>string</保留成绩>
      <原准考证号>string</原准考证号>
      <联系电话>string</联系电话>
    </报名>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>

HTTP/1.1 200 OK
```

```

Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: length
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<soap:Envelope xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <soap:Body>
    <报名 Response xmlns="http://tempuri.org/ncore/Service1">
      <报名 Result>string</报名 Result>
    </报名 Response>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>

```

使用类似的代码我们可以实现“数字杉达”项目中的其他 Web Service，通过这些作为集成接口的 Web Service，我们可以比较方便地实现系统的集成。

4.1.5 调用服务

Web Service 创建好以后我们可以通过其他程序来调用它，如：aspx 网页等，其调用的过程可分为以下几步：

- 在添加 Web 引用中确定服务的 URL。
- 检索该服务说明(可以查看协定及文档)。
- 为目标 Web Service 添加 Web 引用，下载服务说明并生成一个作为应用程序和 Web Services 之间接口的代理类。
- 添加该 Web Services 引用，通过调用方法来访问 Web Services。
- 接收并处理从 Web Services 中返回的服务。

在 .NET 环境下开发 Web 服务的客户端是非常简单的，下面简单介绍在 .NET 环境下如果实现对 Web 服务的调用。设计一个 asp.net 应用程序来实现对前面所设计和发布的 Web Service 的调用，当然，除此之外，控制台程序、服务程序、甚至是其它 Web 服务都可以成为 Web 服务的调用者。

首先，通过“添加 Web 引用”来获取 Web 服务中的信息，要添加 Web 服务的引用，可以通过“本地计算机上的 Web 服务”或通过“浏览本地网络上的 UDDI 服务器”来查找所需要的服务，当找到服务后，如：之前生成的报名 Web Service，输入 Web Service 的引用名称，单击“添加引用”按钮后，就可为程序增加了一个 Web Service 的引用，同时会自动生成了一个代理类 Proxy，并且进行编译，

之后，在 asp.net 网页中就可以方便的调用 Web Service 了。

以之前的报名为例，首先制作一个 asp.net 的网页，要求输入报名考试的考生信息，界面如下：



图 4-6 报名考试的考生信息输入页面

在该页面中，要求考生输入自己的姓名、报考级别、性别、身份证号、保留成绩、原准考证号和联系电话，为了防止学生的误操作，多次递交信息，我们使用身份证号作为关键字，一个身份证号只能报考一次，同时利用 .net 的输入验证技术来进行验证，姓名、报考级别、身份证号为必填项，同时身份证号必须输入 18 位的号码，否则将拒绝递交信息至数据库，并显示相关出错信息。

验证必填项代码如下：

```
<asp:textbox id="xm" runat="server" cssclass="textbox">
<asp:requiredfieldvalidator controltovalidate="xm" display="dynamic" forecolor="#ff0000"
font-name="宋体" font-size="9pt" text="必须填写" runat="server"/>
```

验证 18 位身份证号代码如下：

```
<asp:textbox id="sfzh" runat="server" cssclass="textbox">
<asp:regularexpressionvalidator id="sfzh" runat="server" errorMessage="请输入 18 位身份证号"
controltovalidate="sfzh" validationexpression="\d{18}" />
```

在考生输入信息后，通过点击“递交”按钮即可将信息递交到服务器端处理，即通过 asp.net 页面中的 form 递交信息，如：姓名为张三，报考级别为一级，

性别为女，身份证号为 310110198611237128，保留成绩没有，原准考证号没有，联系电话 13816042389，信息递交格式如下：

```
http://localhost/metc/baoming.aspx?xm=%D5%C5%C8%FD&bkjb=15&xb=2&sfzh=310110198611237128&blcj=&yzkzh=&lxdh=13816042389
```

服务器得到递交的信息后通过以下代码来调用之前生成的报名 Web Service，来生成该考生的报名号，同时通过报名成功的 asp.net 网页来显示报名号。

```
Dim xm=Request.QueryString("xm")
Dim bkjb=Request.QueryString("bkjb")
Dim xb=Request.QueryString("xb")
Dim sfzh=Request.QueryString("sfzh")
Dim blcj=Request.QueryString("blcj")
Dim yzkzh=Request.QueryString("yzkzh")
Dim lxdh=Request.QueryString("lxdh")
Dim consumeWebService as localhost.NCRE_Service
Set consumeWebService = New localhost.NCRE_Service
Dim bnh= consumeWebService.报名(xm,bkjb,xb,sfzh,blcj,yzkzh,lxdh)
Return bnh
```

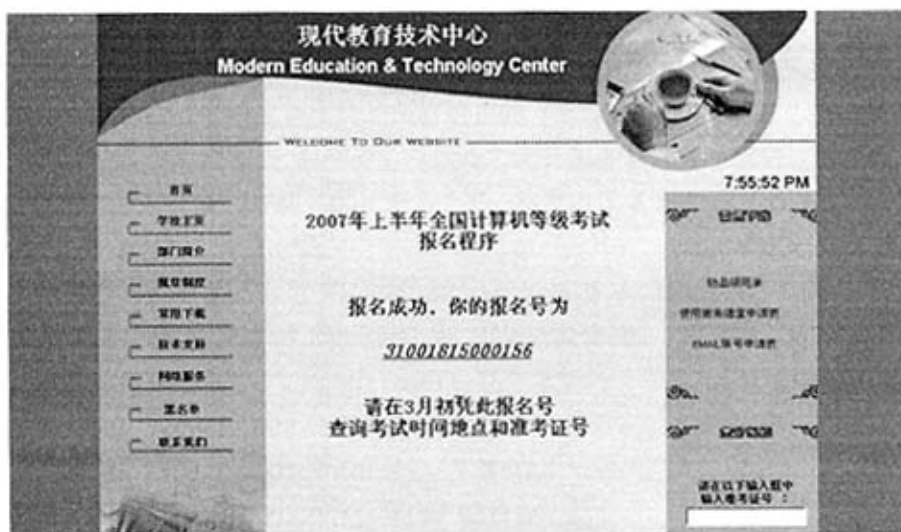


图 4-7 生成报名号页面

4.2 “数字杉达”私有 UDDI

由于“数字杉达”项目中各类 Web Services 众多，又涉及到学校的各个部门，在平时实际使用中，经常会遇到一个这样的问题：为了寻找一个数据而在各个部门的二级网站中寻找服务的入口，甚至觉得打电话去询问会更为方便，作为学生更有可能为了一些简单的数据而奔波与多个部门之间，这不仅仅浪费了人力、物力和时间，更使工作效率大大降低，同时，长此以往，数字化信息系统将得不到充分的应用，这有违开发的初衷。

同时，“数字杉达”中的 Web 服务分属于不同子系统，而这些异构系统分布在各个部门的服务器中，因此，有必要寻找一个能够集中管理这些服务，并能提供服务查询的机制，使师生员工能够方便快捷地找到自己所需的服务，因此，有必要为“数字杉达”建立私有的 UDDI 注册中心，使用 UDDI 注册中心技术可解决“数字杉达”项目中众多服务集中注册、发布和检索的难题。

通用描述发现和集成 (UDDI) 是用于描述、发布和查找发现有关 Web Services 的信息的工业规范。UDDI 规范是在简单对象访问协议 (SOAP)、可扩展标记语言 (XML) 和 HTTP、HTTPS 协议标准的基础上建立的。

Windows Server 2003 家族包括 UDDI 服务，该服务是能够提供在企业内或跨单位使用的 UDDI 功能的可选组件。UDDI 服务是基于标准的 XML Web 服务，使企业开发人员可以直接通过他们的开发工具和商业应用程序有效地发布、发现、共享和重复使用 Web 服务。UDDI 服务建立在 Microsoft .NET Framework 的基础上，是一种可靠且可缩放的解决方案，可以方便地与企业技术及工具集成。作为与 API 兼容的 UDDI 1.0 和 2.0 版服务，UDDI 服务还包括可转换为 Windows Server 2003 家族支持的所有语言的 Web 界面。

默认情况下，在安装 Windows Server 2003 服务器操作系统的过程中不安装 UDDI 服务，安装和部署 UDDI 服务之前，需要确保系统满足下列硬件和软件需求。

硬件需求：除了要满足 Windows Server 2003 家族最小需求外，UDDI 服务还需要满足：最少 128 MB RAM、80 MB 可用磁盘空间

软件需求：必须使用下列 Microsoft 操作系统之一作为 UDDI 服务的宿主：

Windows Server 2003 Standard Edition

Windows Server 2003 Enterprise Edition

Windows Server 2003 Datacenter Edition

安装和配置 UDDI 服务后，则可以在任何安装了用户界面子组件的服务器上查看基于 Web 的用户界面。例如，<http://ServerName/uddi/>，或者，如果使用

的是安全服务器，则为 <https://ServerName/uddi/>

根据预设的 Web Services 框架，使用 Windows 2003 Server 中的 UDDI 功能建立上海杉达学院“数字杉达”项目的私有 UDDI，主要界面如图 4-8 所示。



图 4-8 “数字杉达”私有 UDDI

“数字杉达”私有 UDDI 除了能够发布各类 Web Services 之外，还能提供给广大服务请求者检索服务的功能，服务请求者能够按照关键字搜索自己所需要的服务，快速便捷地找到服务的网络入口。

例如：如图 4-9 所示，某学生需要报名参加全国计算机等级考试，由于根据学校的有关安排，这项工作是由教务处和现代教育技术中心共同负责的，故可能会造成学生一定的困惑，不知道到教务处去报名还是到现代教育技术中心报名，以及报名之后查询考试时间和地点以及考试成绩的公布和证书的发放等信息该找哪个部门咨询，但是通过“数字杉达”的私有 UDDI 就可以快速便捷的找到自己所需要的服务，甚至不需要搞清楚到底是哪个部门在负责这件事。



图 4-9 “数字杉达”私有 UDDI 搜索功能示例

学生只需要在搜索框内输入“NCRE”或者“全国计算机等级考试”，即可搜索出报名程序的网络入口，如图 4-10 和图 4-11，如在报名过程中仍然有疑问，还可在该“数字杉达”私有 UDDI 中查到负责报名的老师联系方式，可打电话、发 Email 或者到办公室直接咨询。



图 4-10 “数字杉达”私有 UDDI 搜索功能示例



图 4-11 “数字杉达”私有 UDDI 搜索功能示例

第五章 Web Services 的合成

5.1 “数字杉达” Web Services 合成的背景

由于“数字杉达”这个项目涉及面较广，系统功能模块较多，各个部门又有各自不同的实际情况和应用需求，由各个部门抽调出来的人员各自开发的功能模块所使用的平台和编程语言也有所不同，同时还要集成以前的各个部门自有的信息系统，虽然通过 Web Services 技术中的 UDDI 注册中心实现了服务的发布和集成，但是数据的共享，特别是异构数据的共享仍然存在着一定的问题。

特别是生成各类报表供校领导作决策依据时，往往会涉及到多个部门的数据，传统的做法是根据校领导的要求，由校办出面到各个相关部门收集数据，一般各个部门都会从各自的信息系统中导出一个数据库备份，然后校办将这些数据交给现代教育技术中心相关人员处理，由技术人员从众多数据库中將所需的数据整理出来，由于各个部门的信息系统是各自开发的，或者购买市场上现成的软件产品，故导出的数据库备份的格式都不一样，整理这些数据花费了大量的人力物力和时间，并且还要求技术人员掌握各种数据库数据格式以及各个部门信息系统的数据库结构。

以全国计算机等级考试为例，报名流程如图 5-1

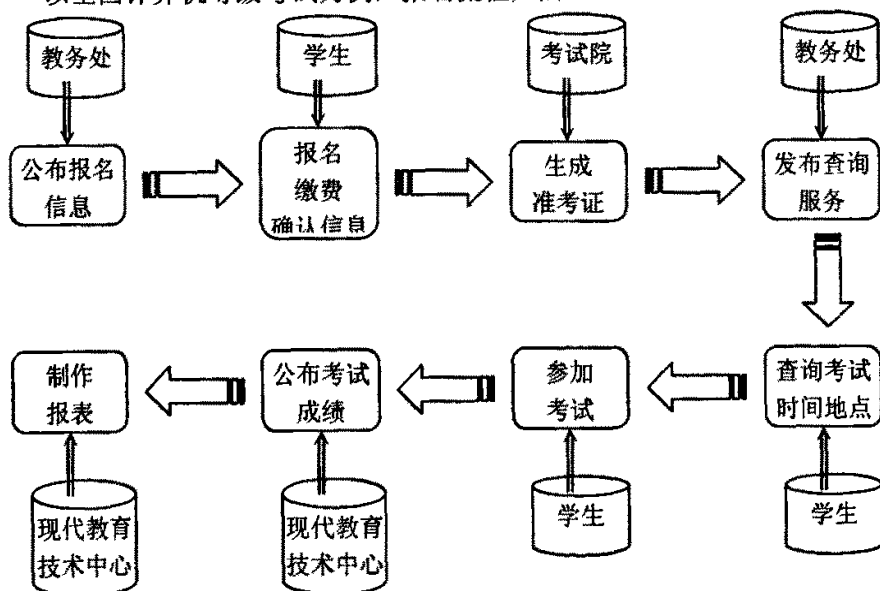


图 5-1 全国计算机等级考试报名流程

- 教务处公布报名信息
- 学生根据报名信息上网报名，得到报名号并缴费
- 网上报名截止，学生凭缴费单到教务处核对报名信息并签名确认
- 教务处将报名信息上交考试院
- 考试院根据报名信息随机生成准考证号，然后返回给教务处
- 教务处发布查询服务，并将报名信息库交给现代教育技术中心考试用
- 学生根据身份证号查询准考证号、考试时间和地点
- 学生凭准考证号，在指定时间到指定地点参加考试
- 现代教育技术中心收集学生考试信息，并公布学生考试成绩
- 根据校领导的要求制作各类报表

由于全国计算机等级考试是属于全国范围的社会性考试，所以在报名的时候不需要与学号、班级等校内信息挂钩，如图 5-2

准考证号	姓名	性别	出生日期	考试日期
300001	张三	男	1980-01-01	2010-03-01
300002	李四	女	1985-02-02	2010-03-02
300003	王五	男	1990-03-03	2010-03-03
300004	赵六	女	1995-04-04	2010-03-04
300005	钱七	男	2000-05-05	2010-03-05

注册信息

准考证号: 300001

姓名: 张三 性别: 男

民族: 汉族 出生日期: 1980-01-01

职业: 学生 文化程度: 大学(专科)

保留成绩种类: 无保留成绩 准考证号:

参加培训: 否 联系电话:

联系地址:

自定义信息:

无照片 查看照片目录

选择照片方式

从本地硬盘选择照片

从网络硬盘选择照片

图 5-2 全国计算机等级考试报名系统

报名系统是将考生身份证号作为考生的唯一标识，考试结束后导出的成绩库只有准考证号和成绩，成绩库是将考生的准考证号作为考生的唯一标识，同时我校作为浦东地区唯一的一所全国计算机等级考试的考点，根据考试院的相关要求，必须接受校外社会人员的考试报名，所以，考试后得到的成绩库中不仅仅包含了我校学生的成绩，还包含了校外考生的成绩。报名库与成绩库数据结构如下表 5-1 与表 5-2 所示。

顺序号	字段名	字段类型	宽度	小数位数	名称
1	ZKZH	C	12		准考证号
2	BKJB	C	10		报考级别
3	XM	C	16		姓名
4	XB	C	1		性别
5	CSRQ	C	8		出生年月
6	MZ	C	2		民族
7	SFZH	C	18		身份证号
8	ZY	C	2		职业
9	WHCD	C	1		文化程度
10	YZKZH	C	12		原准考证号
11	BLCJZL	C	1		保留成绩种类
12	KSPXZL	C	1		考生参加培训种类

表 5-1 全国计算机等级考试报名信息库结构

顺序号	字段名	字段类型	宽度	小数位数	名称
1	ZKZH	C	12		准考证号
2	YZKZH	C	12		原准考证号
3	BLCJZL	C	1		保留成绩种类
4	CJ1	N	5	1	笔试客观题成绩
5	CJ2	N	5	1	笔试主观题成绩
6	CJ3	N	5	1	笔试总成绩等第
7	CJ4	N	5	1	上机考试成绩等第
8	ZCJ	C	1		总成绩等第
9	ZSBH	C	14		证书编号

表 5-2 全国计算机等级考试成绩库结构

有时校领导会需要查询某个特定学生的考试情况（笔试成绩和上机成绩），或者查看一些相关的报表，如我校学生的考试成绩统计表，如全校学生的考试成绩优秀率与合格率、各个学院学生的考试成绩优秀率与合格率、各个考试级别的优秀率与合格率、历年来成绩的统计等，一般这些查询都涉及到学生的一些校内信息，如学号、班级、专业、学院等，而这些信息在报名库和成绩库中都是没有的，需要教务处提供学生基本信息数据库和专业设置数据库，学生基本信息数据

库包含了学生的学号、班级等信息，专业设置数据库包含了班级、专业与所属学院等信息，其数据结构如表 5-3 和表 5-4

顺序号	字段名	字段类型	宽度	小数位数	名称
1	Num	C	10		学号
2	Name	C	8		姓名
3	Sex	C	2		性别
4	Num_id	C	18		身份证号
5	Class	C	10		班级
.....					

表 5-3 学生基本信息数据库

顺序号	字段名	字段类型	宽度	小数位数	名称
1	Class	C	10		班级
2	Spec	C	10		专业
3	Department	C	10		学院
.....					

表 5-4 专业设置数据库

5.2 Web Services 合成策略的比较

Web Services 的合成方法从技术上大体可以分为静态合成和动态合成两种。静态合成是在开发设计过程中就决定了 Web Services 之间中的控制流和数据流是如何进行的；而动态合成是在系统运行过程中进行的，它们之间的控制流和数据流是自动产生的。采用静态合成还是动态合成可根据 Web Services 的特点和用户需要决定，如果合成的 Web Services 之间的内在关系比较固定，则采用静态合成；如果合成的 Web Services 需要经常根据环境进行动态调整，则采用动态合成技术。动态合成以静态合成为基础，而且其难度要大于静态合成。

根据目前常用的分类方式，可以将 Web Services 的合成策略分为 4 类：基于框架的静态合成策略、基于工作流的动态合成策略、基于语义网络的自动服务匹配与合成策略以及基于软件体系结构生命周期的综合式服务合成策略。

基于框架的静态合成策略，在业务过程或商业伙伴的服务组件很少改变的情况下，可以将合成好的服务快速配置和使用，但是这种方式受到系统具体功能静态划分的现状以及系统框架对组成元素的约束，而无法适应企业间动态业务变化

以及跨平台的要求,为此,这种静态的合成策略常常作为其他动态合成策略的基础而联合应用。

基于工作流的动态合成策略, Web Services 工作流是一个可导致 Web 服务间产生相互依赖操作的有序消息集,目前,大多数的服务合成工作主要集中在使用工作流作为一个分布式活动的协调引擎,或者是作为一个服务合成建模和定义的工具。但是由于工作流管理系统的供应商之间没有提供可共享的相同的工作流语法与语义,不同企业之间无法获得一个通用的工作流模型与管理环境,因此,将服务与工作流语义信息与推理引擎、合成规则集与执行策略相结合,并为提高 Web 服务工作流的自动化合成水平提供一个集成的解决方案。

基于语义网络的自动服务匹配与合成策略,其目标是为了让计算机能够明确地解释并执行任务,这为解决 Web 服务合成的自动化实现提供了基础。实现语义 Web 的一个关键因素是,要开发一种语义丰富的、能够很好地编码和描述 Web 内容的语言,这种语言必须能够定义良好的语义,对描述 Web 服务合成中复杂的交互和对象之间的制约关系有充分的表达能力,同时,在可接受的时间和资源的限制下,能够自动操作和推理。

基于软件体系结构生命周期的综合式服务合成策略,在理论分析与证明的基础上,利用软件体系结构的生命周期模型为服务合成过程中进行高层逻辑抽象,通过抽象描述与风格建模提供了服务合成过程中各服务组元之间的通信、交互与功能分配等功能支持,并可对合成服务的开发与演化进行指导和验证,从而将服务合成的计划、定义与实现有机地融为一体,并提供了静态与动态以及主动与反应式合成相结合的综合式服务策略。

目前, Web 服务合成无论是在理论基础还是在工程实践上均存在一些亟待解决的问题,主要包括:

- 服务合成的组合粒度大小与规模以及合成复杂度的理论分析
- 服务合成计划(或需求)的形式化语义描述
- 服务合成过程中的组合匹配或抗失配性(实现层)
- 一个可验证的且具有良好语义的服务合成描述语言与规范的设计(规范层)
- 合成服务的可行性以及需求满足程度的验证
- Web 服务合成过程中对于服务的标准语义描述,自动的服务发现、绑定与执行,基于 Qos 和事务的服务合成与处理
- 合成服务间的协作关系与状态管理、监控以及动态切换等实际应用问题

这些问题在理论探讨和实际应用领域为解决服务合成提供了研究的线索与方向。Web 服务合成已不仅仅局限于服务组件间存在的交互性问题,而真正的挑

战在于,如何提供一个支持包括自动组件查询、一致性检测与匹配、服务合成、重用以及扩展等服务合成全过程的完整解决方案以及工具。

5.3 Web Services 的合成

利用现有的 Web Services,用户可以进行各种查询,但是相对而言,每一个 Web Service 都具有一定的片面性,没有一个,也不可能有一个能满足各种查询需要的 Web Services,而如果针对所有的查询都专门开发一个与之对应的 Web Services 是代价很高的,也是不现实的。因此,为了完成某个查询,有时需要对现有的基本 Web Services 进行合成。

假设现在需要查询某个学生参加全国计算机等级考试的成绩情况,希望能够通过输入“学号”,得到该学生的姓名、专业、学院等基本信息,以及参加考试后笔试成绩、上机成绩和报考级别。与该查询有关的 4 个 Web Services 如下:

- 报名查询 (SFZHⁱ, ZKZH^o, BKJB^o, XM^o, XB^o,)
- 成绩查询 (ZKZHⁱ, YZKZH^o, BLCJZL^o, CJ1^o, CJ2^o, CJ3^o, CJ4^o, ZCJ^o, ZSBH^o)
- 学生基本信息 (Numⁱ, Name^o, Sex^o, Num_id^o, Class^o)
- 专业设置 (Classⁱ, Spec^o, Department^o)

将 Web Services 写成带有绑定模式的谓词形式,谓词中的属性的上标 i 表示 input,是 Web Services 的输入参数,上标 o 表示 output,是 Web Services 的输出结果项。

- 报名查询服务要求输入“身份证号”,得到的查询结果是“准考证号”、“报考级别”、“姓名”、“性别”等。
- 成绩查询服务要求输入“准考证号”,得到的查询结果是“原准考证号”、“保留成绩种类”、“笔试客观题成绩”、“笔试主观题成绩”、“笔试总成绩等第”、“上机考试总成绩等第”、“总成绩等第”、“证书编号”
- 学生基本信息服务要求输入“学号”,得到的查询结果是“姓名”、“性别”、“身份证号”、“班级”
- 专业设置服务要求输入“班级”,得到查询结果是“专业”、“所属学院”要完成以上这个查询,要分以下几步来进行查询,如图 5-3
- 根据实际查询的需要,对查询的输入输出进行分析,要求输入参数“学号”,输出“姓名”、“专业”、“学院”、“笔试成绩”、“上机成绩”、“报考级别”
- 利用学生基本信息服务,输入“学号”,得到“姓名”、“班级”、“身份证号”
- 利用专业设置服务,输入“班级”,得到“专业”、“所属学院”

- 利用报名查询服务，输入“身份证号”，得到“准考证号”、“报考级别”
- 利用成绩查询服务，输入“准考证号”，得到“笔试总成绩等第”、“上机考试总成绩等第”
- 最后，把“姓名”、“专业”、“所属学院”、“报考级别”、“笔试成绩等第”、“上机成绩等第”进行合并，返回最终查询结果

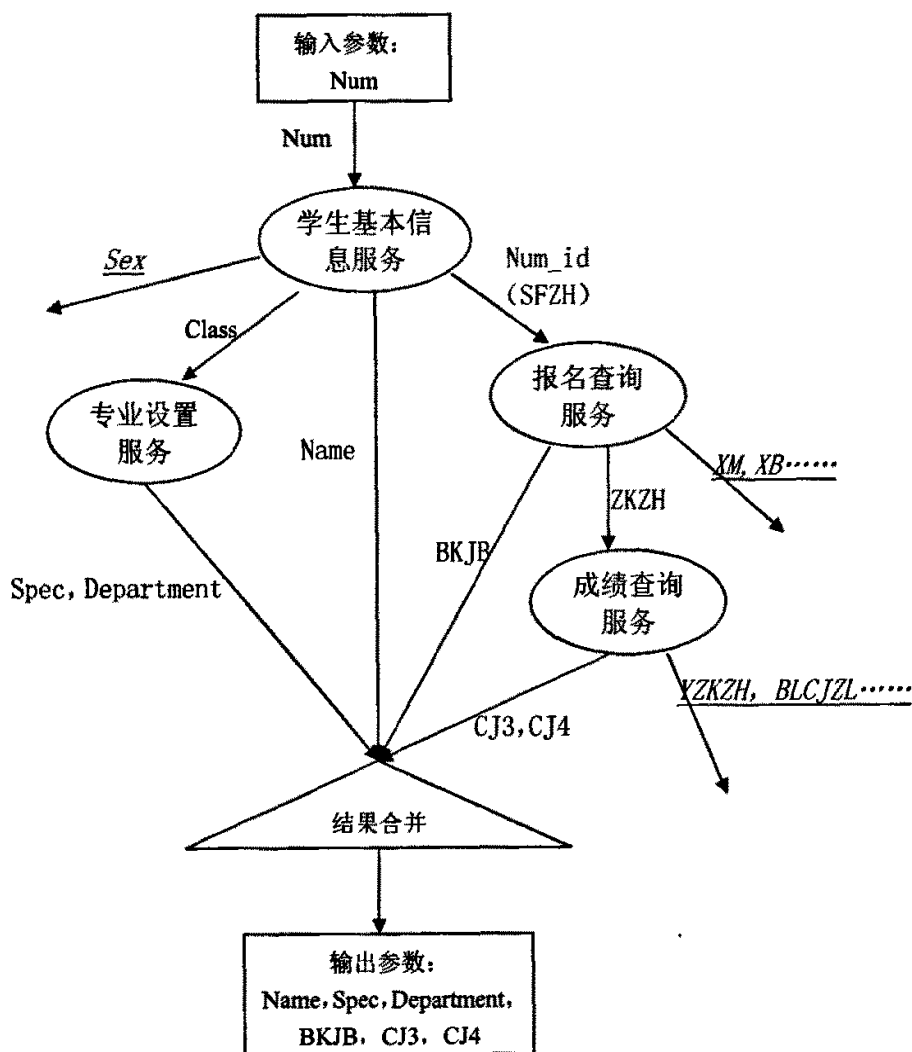


图 5-3 查询过程流程图

(注：图中斜体加下划线部分是查询过程中舍弃的输出项)

Web Services 本身具有严格的自治性、松散耦合和协议规范性等特点，而合成 Web Services 又具有灵活性、可重用性等特点，从而使“数字杉达”在实际应用中能更好地满足各种需求。

第六章 结束语

目前绝大多数高校都有由过去遗留下来的异构系统,各个信息系统在很大程度上提供了部门的运行效率,提供了业务处理的自动化水平,但是“信息孤岛”的存在使得部门之间的数据以及业务交流非常困难,这在很大程度上影响了高校的运作效率,对高校信息系统集成的目的便是将学校的各个“信息孤岛”实现无缝集成,形成一个“完整”的信息系统。

利用 Web Services 技术可以构造一个开放的分布式系统,对于应用的集成被简化为对服务的开发和利用,在上海杉达学院的“数字杉达”数字化校园系统集成过程中,采用基于 Web Services 的系统集成架构对“数字杉达”数字化校园系统进行集成可以大大节省集成成本和集成所需要的时间,采用此集成架构最大好处是最大限度地保留原有系统,保护了各部门前期的投资,并能极大提高软件的重用度:

- ▶ 编码量明显减少,因为采用的是面向服务的架构,使得可以尽量保留原有系统,同时为系统集成编写的 Web 服务也可以最大程度的使用,所以系统集成开发编码阶段编码量少。
- ▶ 系统集成实施灵活性提高,基于 Web Services 的软件部署和配置方案,使得管理更加灵活。

本论文主要工作归纳如下:

- ▶ 对数字化校园进行了一定的研究。
- ▶ 探讨了相关理论,在分析传统 EAI 集成方案局限性的基础上,引入面向服务集成方案,并对 Web Services 技术进行了综述。
- ▶ 根据上海杉达学院的实际情况,提出了“数字杉达”项目系统集成方案,并对该方案进行阐述。
- ▶ 研究了 UDDI 的相关知识,说明构建“数字杉达”私有 UDDI 的必要性并加以实现。
- ▶ 研究了 Web Service 组合技术,分析比较了几种常用 Web 服务组合方法。

由于本人的能力和时间有限,本文研究工作虽取得了一定的成果但仍不完善,还需要进一步的深入研究,如:对 Web Services 合成的技术,在本论文中,服务的合成是手工完成的,因此,如何实现服务合成的高效率和自动化将是以后的研究重点。

致 谢

值此论文完成之际，首先对我的导师——顾宁老师表示衷心的感谢和诚挚的敬意，无论是在论文的选题、论文的完成和修改，都得到了顾老师的大力帮助和指导，是他的很多建设性的意见和启发，才使得本论文得以完成，在之前的研究生学习中，他的悉心指导使我少走了很多弯路而且明确了研究方向和目标。

感谢复旦大学协同信息实验室的所有同学对我的帮助。

感谢上海杉达学院现代教育技术中心的同事们对我的关心和鼓舞，以及在平时工作中对我的支持与帮助。

感谢生我、养我、爱我的父母，以及所有关心我和我关心的人，是你们给了我坚定的信念和无限的动力。

最后，向参加论文审阅和答辩的专家和老师表示感谢。

参考文献

- [01] 顾宁. Web Services 原理与研发实践[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006
- [02] 林弘芝. Web Services 原理与开发实务[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003
- [03] 柴晓路, 梁宇奇. Web Services 技术、架构和应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003
- [04] 蔡月茹, 柳西玲. Web Service 基础教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005
- [05] 刘家茂. Web Services 动态合成及 UDDI 注册/查询技术的研究[D]. 上海: 复旦大学, 2005
- [06] 朱一闻. 面向机床制造业的 Web Services 自动合成技术研究[D]. 上海: 复旦大学, 2006
- [07] 陈向红. 世博电子政务模式的研究与实现[D]. 上海: 复旦大学, 2005
- [08] 陈明. 基于 web service 的数字化校园应用系统的集成[D]. 成都: 电子科技大学, 2006
- [09] 王龙. 基于 Web 服务的远程教育系统研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2006
- [10] 艾利锋. WebServices 技术在行车安全综合监控系统整合中应用的研究[D]. 北京: 铁道科学研究院, 2006
- [11] 朱跃龙. 基于 WebServices 的防汛系统集成研究[D]. 常州: 海河大学, 2006
- [12] 陈志武. 基于 WebServices 的人才市场异构信息系统集成的研究[D]. 郑州: 郑州大学, 2006
- [13] 王海. 基于 WebServices 的网上阅卷系统的设计和实现[D]. 上海: 华东师范大学, 2006
- [14] 王晓虎. 基于 WebServices 的校园信息系统集成架构研究与实现[D]. 哈尔滨: 国防科学技术大学, 2005
- [15] 郭运宏. 基于 webservices 的综合学生管理系统的设计与实现[D]. 北京: 北京邮电大学, 2006
- [16] 王永太. 面向 Web 服务的网络地理信息系统的研究[D]. 长春: 东北师范大学, 2006

- [17] 方学斌. 基于 Web 服务的网上预订机票系统的研究与实现[D]. 武汉: 武汉理工大学. 2006
- [18] 王晓健. 基于 Web 服务的码头员工管理系统的设计与实现[D]. 大连: 大连理工大学. 2006
- [19] 姜火文. 基于 Web 的自适应考试系统的研究与实现[D]. 成都: 电子科技大学. 2006
- [20] 钟东. 基于 Web Service 的电子病历整合技术研究[D]. 西安: 西北大学. 2006
- [21] 刘晓亚. 基于 Web Service 的三层分布式系统在外贸行业的应用研究与开发[D]. 北京: 华北电力大学. 2006
- [22] 来长江. 基于 Web Service 的零配件配送系统设计与实现[D]. 大连: 大连理工大学. 2006
- [23] 任大伟. 基于 Web Service 的海事信息交换平台的研究[D]. 大连: 大连海事大学. 2006
- [24] 樊蓉. 基于 Web Service 的电子政务数据交换平台的研究与设计[D]. 西安: 西北工业大学. 2006
- [25] 马瑞新. 基于 Web Services 旅游商务系统设计与实现[D]. 大连: 大连理工大学. 2006
- [26] 张晓燕. 基于 Web Services 的分布式服务发现系统的研究[D]. 秦皇岛市: 燕山大学. 2006
- [27] 宋宝宇. Web Service 技术在员工管理系统中的应用与实践[D]. 大连: 大连理工大学. 2006
- [28] 石静. Web 服务合成研究综述[J]. 计算机科学. 2004. 31(6): 54-57
- [29] 岳昆. Web 服务核心支撑技术研究综述[J]. 软件学报. 2004. 15(3): 428-442.
- [30] 饶元. 基于 Web Services 的服务合成技术研究综述[J]. 系统工程与电子技术. 2005. 27(8): 1481-1488.