

# 全程办税系统数据库访问中间件的设计与实现

张凌晓<sup>1</sup>, 唐存东<sup>2</sup>

(1. 南阳理工学院 计算机科学与技术系, 河南 南阳 473004;

2. 南阳理工学院 教务处, 河南 南阳 473004)

**摘要:**在全程办税系统中,不同的税务部门采用了不同的操作系统和数据库系统,因此访问异构分布式数据库成为关键技术之一。针对该系统不同数据库类型现状,分析了异构分布式数据库访问方法的优劣,提出了采用基于ADO.NET的数据访问中间件实现异构分布式数据库访问的思想、全程办税系统数据访问中间件的体系结构和中间件模型,详细讨论了基于ADO.NET的数据访问中间件的具体实现技术,并对中间件进行了测试。测试结果验证了该中间件访问异构分布式数据库的可行性和有效性。该中间件具有较强的独立性、移植性与复用性,具有较好的推广价值。

**关键词:**全程办税;异构分布式数据库访问;中间件;设计与实现

中图分类号:TP311

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)02-0234-04

## Design and Implementation of Middleware to Access Database in Whole Process Tax System

ZHANG Ling-xiao<sup>1</sup>, TANG Cun-dong<sup>2</sup>

(1. Department of Computer Science and Technology, Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473004, China;

2. Teaching Affairs Office, Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473004, China)

**Abstract:** The different tax's departments adopted different operating systems and database system in whole process tax system. Thus access of heterogeneous distributed database becomes one of the key technologies. Aiming at heterogeneity of database in whole process tax system, this advantages and disadvantages of access heterogeneous distributed database is analyzed. This article introduces the design idea for using ADO.NET-based database middleware to access heterogeneous distributed database. And system structure and model of middleware to access database is introduced. The way to realize database middleware based on the ADO.NET is discussed, middle-ware is tested. Test results show the feasibility and validity of the middleware of heterogeneous distributed database access. The middleware has strong independence and portability and reusability. It has a good promotion value.

**Key words:** whole process of tax system; access of heterogeneous distributed database; middleware; design and implementation

## 0 引言

全程办税系统是以办税服务厅为受理各类涉税事宜场所,以税务机关内部各职能部门协调运作为保障,在规定时限为纳税人提供纳税全过程服务的大型计算机系统,它由税务局、各税务分局、各税务所等范围内基于广域网构成的计算机网络。该系统具有三级数据库,分布在税务局、各税务分局和各税务所,在各税务分局和税务所完成纳税人的登记及纳税全过程,把纳税人的信息及纳税情况等数据存入各级数据库,税务局对各税务分局和各税务所的数据能够进行管理,如查询、打印、统计汇总等<sup>[1]</sup>。纳税数据在整个全程办税

系统中是共享的。

全程办税系统的操作平台可为不同的操作系统,如Linux、Windows等,数据库平台在税务局为Oracle数据库,在税务分局和税务所为SQLServer数据库等。传统的数据库访问技术已渐渐不能满足分布式应用集成的需要,主要不足是<sup>[2]</sup>:数据库的访问和输出依赖于不同的模块,使用起来不灵活,再者提供给用户远程操作数据库的功能比较复杂。而异构分布式数据库往往需要涉及多种数据库,存在各种连接技术。基于上述原因,在开发全程办税系统中,设计了一种基于ADO.NET的异构分布式数据库访问中间件,利用中间件技术<sup>[3]</sup>设计和实现应用系统其优势在于可以兼容各种主流数据库<sup>[4~6]</sup>,如:Oracle和SQLServer等,另外统一了网络访问数据库的接口,从而简化了应用程序的部署和开发。

收稿日期:2010-06-27;修回日期:2010-09-26

基金项目:河南省科技重点攻关项目(072102210061)

作者简介:张凌晓(1972-),男,河南唐河人,硕士,副教授,研究方向为计算机应用技术。

## 1 访问分布式数据库的方法

实现异构、分布式数据库访问的方法主要有分布式数据库管理系统、数据库编程复制技术和数据库访问中间件技术等。

### 1.1 分布式数据库管理系统

分布式数据库管理系统是目前访问异构、分布式数据库的最基本的方法,该系统具有数据共享性、自治性和健壮性等优点<sup>[7,8]</sup>。完善的数据共享技术使用户可以访问存放在其他节点上的数据;较强的自治性使每个节点可以对局部存储的数据保持一定程度的控制;较好的健壮性使每个节点在物理上都是独立的,纵使某个节点出现了故障,对其他节点的运行也没有影响。

目前大多数分布式数据库管理系统是商用的,这些系统在实现访问同构的分布式数据库是一个非常好的访问工具,但是,该系统用于异构的分布式数据库访问(例如全程办税系统中税务局、税务分局和税务所所用的 Oracle 数据库和 SQLServer 数据库等)的分布式计算技术还有许多问题尚待解决<sup>[9,10]</sup>。

### 1.2 数据库编程复制技术

为数据库编写程序,把需要的下层数据库数据复制拷贝到上层数据库中,通过这种方法也可以访问异构、分布式数据库,这种方法的关键技术是要保证数据库的同步和实时通讯。但是数据库编程复制技术移植性较差,不适合异构数据库,且编写程序的工作量很大,例如,通讯数据的格式一旦发生变化,就需要重新开发数据库两端的程序,况且,下层数据库信息复制到上层数据库,系统和通讯的开销大,这是因为人们往往只对部分数据感兴趣,如全程办税中的纳税企业的信息等,这样上层数据库只用到下层数据库中的部分数据,使用编程进行数据拷贝上传的方式,把全部数据上传上层数据库,拷贝的整个数据不但利用率不高,还增加了上层数据库的负荷,上层数据库的整体性能就会受到影响<sup>[11]</sup>。

### 1.3 数据库访问中间件技术

Internet 的发展,使面向网络的异构、分布式数据库的应用越来越多,1.1 节和 1.2 节的访问数据库技术在异构、分布式数据库的访问方面已不能满足应用系统开发的需要,在这样的背景下,数据库访问中间件技术就应运而生了。开发数据库访问中间件,实际就是开发一些系统软件,这些软件能够提供各种不同的数据库服务和资源,开发人员利用数据库访问中间件技术开发应用程序时,利用中间件提供的接口,使用由不同开发商提供的产品(如 Oracle、SQLServer)融合为一体,简化程序的复杂性,缩短程序的开发周期。

基于 Web 的数据库访问中间件主要功能是完成客户端与数据库服务器端的访问,为应用程序提供服

务,能提供异地异构分布式存取服务。例如:查询某一地市所有纳税户情况,有权限的税务管理人员只需在税务局客户端发出一条按地市编号进行纳税户情况的数据查询命令,该命令经数据库访问中间件处理之后,由异构分布式数据库服务器完成纳税户情况的数据查询,查询结果再通过数据库访问中间件送回到客户端(如图3所示,窗体上方网格显示该地区管辖的所有纳税户基本情况,如纳税登记号码,纳税人名称,纳税类型等信息)。目前,利用 ADO.NET 等技术开发数据库访问中间件已成为异构分布式数据库领域的研究方向之一。

## 2 基于 ADO.NET 异构分布式数据库访问中间件的设计

### 2.1 设计思想

ADO.NET 是微软提供的一个统一的数据对象访问模型,它为创建分布式数据共享应用程序提供了一组丰富的组件,它支持 Internet 浏览器使用的前端数据库客户端和中间层业务对象的开发。使用 ADO.NET 访问数据库,首先要定义数据库连接对象,如 sqlconnection,然后为 sqlconnection 连接对象指定连接字符串 ConnectionString 属性,再使用 Open() 方法打开数据库连接,但这种连接只能连接同类型的数据库,不同类型的数据库需要不同的连接和名称空间支持,限制了异构分布式数据库访问,因此需要创建一个新的数据访问中间件,完成如下功能:

(1)能够使用目前大多数数据库产品(如 Oracle 数据库、SQLServer 数据库),能够为未来数据库产品提供接口。

在设计时,可考虑创建各自的 ADO.NET 支持的数据库类,然后为每个数据库类在数据层类创建一个一对一的抽象,若有任何机构发布的新数据库提供者,只需对新数据库创建新数据库类,然后添加上即可。用户在数据层通过连接数据库类型的属性 DataBaseType,选择数据库,这样不管用户选择的是哪个数据库,他们对用户所提供接口的属性、方法和事件都是一样的,保证了异构数据库平台移植时,不需要对应用程序重新开发<sup>[12]</sup>。

(2)通过数据库访问中间件来进行异构分布式数据的读取、保存、修改、删除等操作,由数据库访问中间件负责生成一系列的 SQL 语句等,开发者只需要关心对象即可。

(3)数据访问中间件除了数据访问外,还可面向应用开发提供一个易用的高层的 API。

(4)具有较强的扩展能力。

总之,数据库访问中间件设计目标是为使用 Mi-

Microsoft .Net 平台的开发人员提供一个基于 ADO. NET 的通用的异构分布式数据库访问和存取接口,使开发者能够很方便地进行业务数据的异构分布式数据库的操作而不需要太多地去了解 ADO. NET 以及底层不同平台数据库的技术细节。

## 2.2 体系结构

全程办税系统由于税务局、税务分局、税务所使用了不同的数据库平台和不同的操作系统,因此,根据 2.1 节设计思想,全程办税系统异构分布式数据库访问解决方案的三层体系结构如图 1 所示。

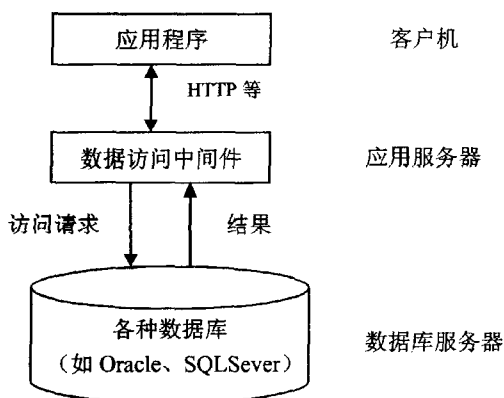


图 1 数据访问中间件的三层体系结构

在图 1 三层体系中,客户机也就是用应用程序通过 HTTP 等协议将数据库的请求发送给应用服务器(数据访问中间件),应用服务器根据连接数据库类型的属性 DataBaseType 判断不同类型的数据库服务器型,然后对其进行访问,并在数据库服务器进行运算,把运算结果经过应用服务器再通过 HTTP 等协议返回给客户机。因此,该体系适合全程办税系统异构、分布式数据库的访问,该访问使全程办税系统局部映射透明<sup>[4]</sup>。在图 1 数据访问中间件的三层体系结构中,有两种部署中间件的方法:第一种是中间件放在客户机上,不需要设立独立的应用服务器,第二种是如图 1,数据访问中间件部署在应用服务器上。

## 2.3 模型设计

模型是开发设计的基础,对于异构分布式数据库访问中间件的模型设计,必须要考虑不同的操作系统和数据库平台,也就是说必须保证对任意数量数据库(如 SQL Server、Oracle 等)都可以通过客户机也就是应用程序的同一界面进行访问。根据 2.1 设计思想和 2.2 的全程办税系统访问中间件的体系结构,中间件的设计中采用软件分层和复用的设计方法,其设计简单模型如图 2 所示。

## 3 具体实现

如图 2 所示,中间件的数据访问层有 3 层,分别是

数据访问层(DataAccess 类)、抽象数据访问层(AbstractDataAccess 类)和各种数据访问层(各种数据访问类,如 OracleDataAccess、SQLServerDataAccess)。

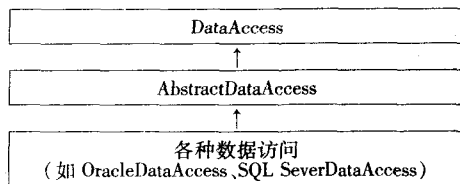


图 2 中间件模型

### 3.1 数据访问层(DataAccess 类)

面向应用程序的是最上层数据访问类(DataAccess 类),数据访问类要支持多种类型的数据库,而 ADO. NET 中使用不同类型的数据库时需要使用不同的名称空间以及不同的处理类。因此,必须使用属性来实现数据库类型的自动切换,具体来说,DataAccess 类定义了用于描述连接数据库类型的属性 DataBaseType,表示数据源已经打开的连接 DataBaseConnection,DataBaseConnection 是 System. Data. IDbConnection 类型的接口,由 . NetFramework 提供程序实现,用于判断数据库连接状态的属性 IsClosed,定义和重载一些方法,如定义 EDataSet() 方法,该方法的作用是把查询的数据放到逻辑数据库中(数据集 DatsSet),然后执行该数据集的查询命令,返回查询的数据,重载 ExecuteQuery() 等方法。同时,为了完成比较复杂的查询功能,在 DataAccess 层加入查询参数类 QParameter 及集合 QParameterCollection 类,QParameter 类用来向 Command 命令对象传送参数,执行查询时把 QParameter 作为输入查询参数,使用 QParameterCollection 类可进行多个查询参数的情况。

### 3.2 抽象数据访问层(AbstractDataAccess 类)

中间层是抽象数据访问类(AbstractDataAccess),该类向数据访问类(DataAccess)提供服务,为便于抽象,定义了一组虚方法,分别是 Insert()、Update()、Delete() 和 Search() 方法,它们的作用是实现对数据库新增、修改、删除及查找,在 AbstractDataAccess 类中还定义了 Open() 打开数据库和 Close() 关闭数据库方法,而在各种数据访问层(如 OracleDataAccess 类、SQLServerDataAccess 类)中分别针对各自的数据库类型重写了抽象类中定义的虚方法。

### 3.3 各种数据访问层(如 OracleDataAccess、SQLServerDataAccess)

各种数据访问层处于最底层,它是面向各种数据库产品的,它向上(抽象数据访问层 AbstractDataAccess)提供各类数据库(如 Oracle、SQL Server 等数据库)的数据库访问服务,最上层的 DataAccess 类继承了中间层 AbstractDataAccess 类的属性和方法,对这些属性

和方法进行重写,操作不同类型的数据库,如果有的数据库产品,如 XXDB 数据库,编写并添加类 XXDBData-Access 进行扩展即可。在该层中,可根据数据库类型由具体的 DataAccess 类中定义不同的访问方法。

为了支持多种类型的数据库,持久化方法的具体实现放在了数据访问层。这样可以加强数据访问的封装性,尽量使底层数据库的变化不影响上层应用系统。这些方法的调用是通过类 DataAccess 来完成的。

4 测 试

下面以对税务分局和税务所两个分布式异构数据库中的表连接进行纳税户情况查询操作为实例,以一个典型的纳税户情况数据集成操作来验证提出的基于 ADO. NET 异构分布式数据库中间件的可行性。其中一个表 table1 位于甲地的税务分局数据库 Oracle8i 中,该表主要存储企业纳税情况,另一个表 table2 位于乙地的税务所的 SQLServer 数据库中,该表主要存储个人纳税情况,甲乙两地计算机间通过 100Mbps Internet 互联,现在要实现两个表的连接查询操作,并返回结果。把开发的数据访问中间件部署在应用服务器上,并为数据服务增加两地数据库访问的数据资源配

置文件,以实现地对两地数据库访问<sup>[13]</sup>。在配置好测试环境后,进行纳税户情况查看操作,结果如图 3 所示,窗体上方网格显示某一税务局的所有纳税户基本情况(纳税登记号码,纳税人名称,纳税类型等信息),点击网格中单个纳税户(个体和企业),右方显示该纳税户详细信息。该测试证明了基于 ADO. NET 异构分布式数据库访问中间件的可行性和有效性。

5 结 束 语

全程办税系统是基于不同的操作系统和数据库系统,研发该系统的关键技术就是解决如何访问异构分布式数据库问题。通过比较分布式数据库的访问方法,开发了基于 ADO. NET 的数据库访问中间件,该中间件应用于全程办税系统中,效果比较理想,是访问全程办税系统异构分布式数据库的较好方法。随着网络应用的普及,数据共享是各部门、各集团之间信息化的具体体现,但各部门集团之间跨平台的数据库访问往往成为数据共享的瓶颈,在全程办税系统中开发的基于 ADO. NET 的异构分布式数据库访问中间件,具有较强的独立性、移植性与复用性,具有一定的推广价值。

纳税户情况查看

纳税户编号	税管员编号	纳税人姓名	状态	纳税类型
42242552052	2	怀阳水暖(郭元奎)	(null)	个人
41130017631	2	河南南阳国	(null)	企业
41130061530	2	南阳市机电	(null)	企业
41130071126	2	南阳市卧龙	(null)	企业
41130074072	2	南阳市群力	(null)	企业
41130076488	2	南阳市新宇	(null)	企业
41130076946	2	南阳市荣成	(null)	企业
41130078325	2	南阳高新区	(null)	企业
41133019600	2	南阳市美高	(null)	企业
41290150060	2	天王金利陶	(null)	个人
41290163060	2	神力钢圈门	(null)	个人
41290173011	2	红建建材经	(null)	个人
41292165052	2	新佛陶瓷(吴	(null)	个人
41292662042	2	百里美食用	(null)	个人
42242552052	2	南阳市高新	(null)	企业
65900175101	2	国库自行车	(null)	个人

个体纳税户基本情况

纳税登记号码

422429400221101

纳税人名称

怀阳水暖(郭元奎)

业别编号

066365

经营地址

百里美路北

经营范围

经营方式

07

经营面积

间数

层

座

开业人数

开业时间

营业执照号码

服务电话

13037651222

征收方式

房产权属

使用时间

发证时间

使用证号码

使用面积

年租金

年应纳税额

出租人姓名

状态

注销时间

电子信箱

图 3 异构分布式数据库纳税户情况查看

集群系统,QNAP NAS 做共享存储,在钻井数据库集群系统上对设计的轮询监测系统进行测试,集群节点配置如下:CPU 为双 Intel(R)Quad 2.50Hz,内存为 4GB,硬盘容量为 500GB,网络为 100Mb/s 以太网,心跳网络为 1000Mb/s,节点操作系统为 RHEL5.4,数据库为 Oracle Database 11gR2。通过在被监控节点上运行 ServerDaemon 守护进程后,即可在监控服务器上查看相应的监控信息,监测结果按节点显示各种资源的信息。表 1 为输入指定 IP 地址的节点性能参数,包括 CPU 利用率,网络流量以及各磁盘的状态情况。

表 1 节点性能参数

	当前值	最大值	平均值
CPU 利用率(%)	25.02	25.03	25.00
eth0 流量(流入)	2.97	3.90	2.85
eth1 流量(流入)	9.15	9.21	9.01
disk1 状态(G)	94.47	94.48	94.47
disk2 状态(G)	38.69	38.72	38.70

3 结束语

研究了轮询监测钻井数据库集群系统的开发方法,搭建了一种简单而有效的监测平台,并验证了该软件的可用性和有效性。

文中提出的监测系统实现了两级的异步通信。一是节点数据的获取,通过数据采集模块的定时信息采集,只需从 Oracle 数据库中读取监视信息;二是客户端采用.NET Framwork 异步编程模型处理网络服务请求,隐藏了大数据量的传输时间。两级的异步操作使得对于钻井数据库集群系统的实时监测成为可能。考

虑到安全性,该系统没有对集群进行控制的功能,所以有交互性差的缺点。

参考文献:

[1] 谷长勇,王 彬,陈 杰. Oracle 11g 权威指南[M]. 北京:电子工业出版社,2008.

[2] 孙凤栋,闫海珍. Oracle 10g 数据库系统性能优化与调整[J]. 计算机技术与发展,2009,19(2):84-86.

[3] Antognini C. Troubleshooting Oracle Performance[M]. [s. l.]:Apress,2008:29-35.

[4] 于 涛,王 健. 基于 Socket 通讯技术的上层监控软件的实现[J]. 计算机技术与发展,2009,19(3):244-245.

[5] 李东亮,王海花. 基于/proc 文件系统及对内核信息的获取[J]. 河北工程大学学报:自然科学版,2007,24(2):74-77.

[6] 廖家建. 集群监控中的数据采集技术研究[D]. 武汉:华中科技大学,2008:31-38.

[7] 牛 峰,胡昌振. 内核信息获取的通信方法[J]. 计算机工程,2003,29(8):114-115.

[8] Manning P, Gennick J. Pro ODP . NET for Oracle Database 11g RAC[M]. [s. l.]:Apress,2010:54-62.

[9] Liu Ling, Özsu M T. Encyclopedia of Database Systems[M]. US:Springer, 2009:2093-2094.

[10] 黄光芳. 基于.NET 的数据访问基类的构建[J]. 计算机技术与发展,2008,18(3):149-150.

[11] 贺致智,王 晖. 瘦客户端的 Oracle 数据库连接技术研究[J]. 计算机技术与发展,2006,16(7):8-9.

[12] 郭东升,田秀华. Linux 环境下基于 Socket 的网络通信[J]. 软件导刊,2009,8(1):117-118.

(上接第 237 页)

参考文献:

[1] 张凌晓,刘克成. 基于 UML 的全程办税系统的建模与实现[J]. 计算机技术与发展,2008,18(10):211-213.

[2] 孙志杰,卢 雷. 基于数据库中间件技术的 WEB 应用数据访问的实现[J]. 计算机系统应用,2008(1):87-90.

[3] 戴文娟,王晓峰. 基于 XML 和 BizTalk 数据集成平台的设计与构建[J]. 计算机技术与发展,2008,18(10):162-165.

[4] 洪 政,刘 佳. 基于服务数据对象的异构系统数据集成方案研究[J]. 计算机应用,2007(6):21-23.

[5] 王艳华,薛胜军,蒲秋梅. 公积金监管系统中的多级数据集成研究[J]. 武汉理工大学学报:交通科学与工程版,2007(3):544-547.

[6] 舒清录. 基于.NET 的异构数据源数据迁移技术[J]. 计算机技术与发展,2010,20(3):109-112.

[7] Bao Tie, Liu Shufen. A Method for Network Data Collection and Processing in the Pervasive Computing Environment [C]//Proc. of International Symposium on Pervasive Computing and Applications. [s. l.]: IEEE Press, 2006: 599-603.

[8] Kim Do-Hyeon, Kang Kyung-Woo. Design and Implementa-

tion of Integrated Information System for Monitoring Resources in Grid Computing[C]//Proc. of the 10th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design. Nanjing, China: IEEE Press, 2006.

[9] Pan Zhangsheng, Chen Xiaowu, Ji Xiangyu. Research on database access and integration in UDMGrid [C]//Parallel and Distributed Processing and Applications - ISPA2005 Workshops. Berlin:Springer-Verlag,2005:496-505.

[10] Saleh K, Probert R, Khanafer H. The distributed object computing paradigm: concepts and applications [J]. Journal of Systems and Software, 1999, 47(2):125-131.

[11] 姜坚华,饶若楠. 用基于 JDBC 的中间件实现铁道部 DMIS 系统的异构分布式数据库访问[J]. 计算机应用与软件, 2004, 21(12):25-27.

[12] 江凤莲,邓书显. 基于工厂模式的跨平台数据库访问中间件[J]. 商丘师范学院学报,2008,24(3):85-87.

[13] 林伟伟,齐德昱,李拥军. 基于网格的分布式异构数据集成模型[J]. 计算机工程,2006,32(24):48-49.