

基于 SQL Server CE 数据同步技术的研究与实现

王 辉, 马维华

(南京航空航天大学 信息科学与技术学院, 江苏 南京 210016)

摘 要:由于 PDA 等移动产品 in 应用领域中的日益普及, 嵌入式移动数据库的应用研究也成为业界热点。对比了 Windows CE 平台下几种常见的数据库, 并且主要研究了 SQL Server CE 2.0 版本中两种常用的数据同步技术: 远程数据访问 (RDA) 和复制 (Replication)。通过分析并结合两者的特点, 在具体的手持抄表设备开发中, 提出了移动设备和中心数据库之间进行数据同步的解决方案以及相应 EVC+ + 4.0 下的实现方法。

关键词:嵌入式移动数据库; SQL Server CE; 远程数据访问; 复制

中图分类号: TP39

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)04-0232-04

Research and Implementation of Data Synchronization Technology Based on SQL Server CE

WANG Hui, MA Wei-hua

(College of Information Science and Technology, Nanjing University of
Aeronautics & Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: The research of embedded mobile database for application is becoming a field hot point because of the popularity of PDA mobile product in application field. Some kinds of database based on Windows CE are compared at the beginning of this paper. The two kinds of commonly used data synchronization technology based on SQL Server CE 2.0 version: remote data access (RDA) and Replication are mainly researched in the paper. By analyzing and combining peculiarity of the two, the solution of data synchronization between mobile devices and center database and the implementation method based on EVC+ + 4.0 tool are presented.

Key words: embedded mobile database; SQL server CE; remote data access; replication

0 引 言

随着 PDA 等手持移动设备在性能方面的普遍提高, 功能上的日益强大, 使其变得越来越普及。同时人们对于移动实时数据存储和管理的要求也不断提高, 嵌入式移动数据库迅速从研究领域过渡到应用领域, 相应地对数据库同步技术的讨论也从研究热点转变成实际应用中要解决的关键问题。

1 几种常用嵌入式移动数据库介绍

嵌入式移动数据库 (Embedded Mobile Database, EMDB), 简称为移动数据库。它涉及到多个学科领域, 如嵌入式系统、分布式数据库、移动计算、无线网络等学科; 简单地来说它是一种移动计算环境中的分布式数据库技术, 因此具有移动性、频繁断接、连接带宽

多样化等诸多特点^[1]。怎样在移动环境下解决移动设备与中心数据库的数据通信和同步问题是文中的重点, 同时由于笔者涉及的抄表应用程序运行在基于 Windows CE 4.2 嵌入式操作系统的 Pocket PC 2003 上, 所以下面主要对 Windows CE 平台上常用的几种移动数据库进行分析和比较。

CCeDBDatabase 是 Windows CE 自带的一种简单的数据库系统, 最多仅支持 9 种字段数据类型和 4 种排序索引, 并且只有一个层次。实际上, 它并不是真正意义上的关系数据库, 而是一种以特殊格式存储的结构化数据的集合。CCeDBDatabase 只适合于那些存储量小, 数据结构相对简单, 而又不需要数据同步的小型存储系统, 如备忘录、通讯簿等。

Pocket Access 是 Microsoft Access 的一个精简版, 它缺乏窗体、报表、存储查询以及表之间的关系, 仅提供对一组表的存储和访问。由于从 Windows CE 4.0 开始, 微软将主要支持 .NET 框架开发, 因此使用 EVC4.0 进行数据库应用程序开发, 就不能直接使用

收稿日期: 2007-07-06

作者简介: 王 辉 (1983-), 男, 河南濮阳人, 硕士研究生, 研究方向为嵌入式系统; 马维华, 教授, 研究方向为嵌入式系统。

ADOCE 数据访问技术。不过 Virtual Office Systems 公司提供了一系列开源的针对 ADO 技术的第三方封装类,使开发者仍然能够使用 ADOCE 对 Pocket Access 数据库进行访问,并且可以用编程方式在 PC 应用程序和移动设备之间互相复制表,而实现数据同步功能。

SQLite 是一个开源的、易于维护和配置,并且可以嵌入的 SQL 数据库引擎。它的最大特点就是小巧(小于 250kB)和快速(甚至快于 MySQL),在嵌入式环境中这意味着内存占用量和功耗的减少,这也更有利于其作为一个嵌入式数据库应用于移动客户端。但是数据库的精简也带来了事务处理并发性差、安全性不高,以及没有可用于 SQLite 的网络服务器等诸多缺点,这对于移动设备上的数据库开发来说是不小的打击。

SQL Server CE 同样也是 SQL Server 2000 的简化版本,静态占用大约为 1MB 左右空间,应用程序运行时占用 1MB~3MB 空间,尽管占用很小的体积,它却可以提供和 SQL Server 2000 几乎相同的开发模型和功能^[2]。SQL Server CE 引擎提供了关系数据库的基本功能和 128 位的安全加密级别,而远程数据访问和复制功能保证了移动设备与服务器进行一致性同步,这使其成为移动和无线环境下手持设备的理想选择。

2 SQL Server CE 数据同步技术

经过对上述几种常用数据库对比后发现,SQL Server CE 既拥有强大而高效的本地数据库引擎,又能够方便地与中心数据库同步,还有比较健全的安全保护机制,因此文中所涉及的手持抄表设备的开发采用它作为嵌入式移动数据库。

2.1 SQL Server CE 环境架构

移动设备客户端的 SQL Server CE 是依赖一些组件与服务器 PC 上的 SQL Server 实例进行数据交换的。不管移动设备是始终连接数据服务器还是间断性地连接,SQL Server CE 都可以通过这些组件实现移动设备对中心数据直接、高效的访问,以及保证数据一致性的合并复制。SQL Server CE 与服务器之间的构架如图 1 所示。

上面的系统架构图描述了 SQL Server CE 不同组件之间的关联,其中对于移动设备来说最主要的组件就是 SQL Server CE 客户端代理,它实现了移动设备操作本地数据库的引擎对象,和用于完成数据同步的复制(Replication)和远程数据访问(RDA)两个对象。应用程序可以通过使用这些对象,来实现管理本地数据库以及与 SQL Server 数据库同步的功能。

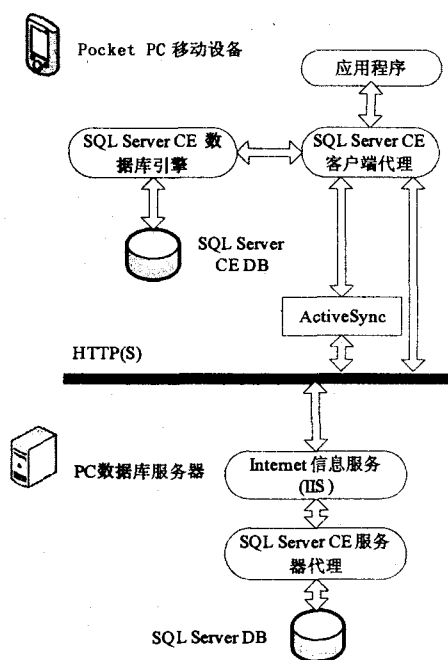


图 1 SQL Server CE 系统构架

2.2 RDA 和 Replication

在任何一個分布式移动应用环境中,移动终端与数据中心的数据交互一直是要讨论和解决的热点问题。特别是多个移动终端同时作业,网络连接时断时续时,通过数据同步技术来保证数据中心和终端的数据一致性显得尤为重要。

拿抄表系统的手持抄表器工作流程来讲,一旦有抄表任务,多个抄表员从数据中心下载用户相关信息(通过有线或者 Wi-Fi/GPRS 无线方式下载),然后他们到相应小区完成抄表任务,抄得表量数据并更改手持抄表器上的本地数据库后,将数据上载到数据中心,由数据中心进行冲突检测和解决,最后在中心完成统计和计算。在整个工作流程中,可以看到如何进行有效的数据通信和同步并合理解决冲突是关键。

SQL Server CE 2.0 提供了 RDA 和 Replication 两种数据同步技术来同 SQL Server 2000 完成数据交互。RDA(Remote Data Access),即远程数据访问技术,它提供拉数据(pull),推数据(push),远程提交 SQL 等三种方法来实现数据交互;Replication,即复制技术,基于 SQL Server 2000 的合并复制,利用订阅和发布来实现数据交互^[3]。两种技术有下述共同点:

- 1) 功能上:两者都完成了从服务器下载数据;捕获并上载数据;下载、更新并上载数据的功能。
- 2) 连接上:两种技术与中心数据库的通信连接均使用基于 Web 的协议:HTTP 或者 HTTPS。
- 3) 传输上:两者的通信协议使用压缩数据来减少数据传输量,让它们更适应于无线网络传输。

4)安全上:在传输过程中都使用了 IIS 的加密技术来保护用户敏感数据,以及一系列鉴权和授权技术来避免非法入侵。

尽管有上述共同点,在实际应用中根据场合不同,仍然要对两种方法有所取舍。与复制相比,RDA 是一种比较简单的同步方法,只要服务器端进行简单配置,就能在移动端编程数据同步。但是这种方法仅能操作一张需要同步的表,在移动端也不能更改表的模式,并且没有完善的冲突检测和解决的机制^[4]。

手持设备选择数据同步设计策略,主要是看应用程序的用途、功能、规模、日后的升级和数据冲突情况。由于涉及多个表的下载、更新、上传,存在多个抄表员更新同一用户数据带来的冲突,又考虑到日后数据中心商业逻辑变化带来的升级问题,本抄表手持设备采用 Replication 方法完成和数据中心的数据同步。下面具体介绍使用 EVC4.0 开发复制同步程序的方法。

3 复制技术在手持抄表设备上的应用

在整个抄表系统中,手持设备需要与中心数据同步时可能的位置如图 2 所示。

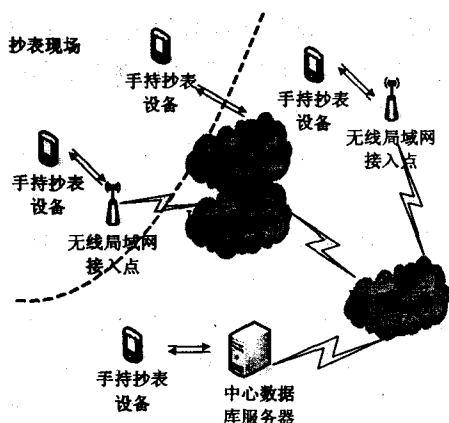


图 2 手持设备同步复制系统图

手持设备与数据中心进行复制同步有多种连接方式,这主要取决于抄表员所处的地点和当时的网络状况。可以采取的连接方式根据抄表员位置不同如表 1 所示。

表 1 同步连接方式

抄表员位置	同步通信方式
抄表现场,距数据中心>1km	Wi-Fi/GPRS
数据中心的无线局域网覆盖范围内	Wi-Fi
中心数据库服务器附近<10m	ActiveSync 工具(USB/蓝牙/红外/串口等)

3.1 手持抄表设备编程工具的选取

笔者使用 Microsoft eMbedded Visual C++ 4.0 作

为编程工具,而放弃使用 .NET 框架,主要考虑到手持设备要通过底层硬件采集用户表量数据,而 .Net 框架对硬件的控制编程能力明显要弱于 EVC;另外 EVC 用 OLEDB 方式访问本地 SQL Server CE 数据库速度要明显快于使用 .NET,在嵌入式开发中,应用程序运行速度的提高就意味着设备功耗的降低。

3.2 服务器端环境配置

SQL Server CE 的复制是基于 SQL Server 2000 合并复制技术的,因此在服务器端对两者进行安装配置,是开发和实现复制的第一步。下面列举出常见的单服务器环境配置步骤:

1)安装 IIS、SQL Server 2000 + SP3、SQL Server CE + SP3;

2)在 SQL Server CE 连接配置管理工具下,为归并复制创建基于 NTFS 格式的虚拟目录,并设置该目录的访问权限;

3)在 SQL Server 2000 下新建一个服务器注册,同时服务中的 MSSQLSERVER 和 SQLSERVERAGENT 更改为域帐户登录,不能用本地系统帐户来登录;

4)在 SQL Server2000 下创建一个合并发布,订阅服务器类型为 SQL Server CE 设备,选择需要发布的表,最后选择冲突检测和解决策略^[3];

在完成上述安装和配置后,只要在移动设备端编写订阅程序,当和服务端有线或者无线连接时就可以完成数据复制。

3.3 手持抄表设备端复制程序实现

手持设备复制功能是通过在 EVC 下利用 COM 技术编程实现的^[5],具体的程序流程为:

①初始化 COM 库,对组件实例初始化:

```
CoInitializeEx(NULL, COINIT_MULTITHREAD);
```

②创建复制接口对象实例:

```
CoCreateInstance ( CLSID_Replication, NULL, CLSCTX_INPROC_SERVER,
```

```
IID_ISSCEMerge, (LPVOID *) &pISSCEMerge);
```

③设置 Internet,发布及订阅服务器属性:

```
pISSCEMerge -> put_ InternetURL (L"http://phil/sqlce/ssce-sa20.dll");
```

```
//phil 主机名,sqlce 虚拟目录
```

```
pISSCEMerge -> put_ InternetLogin(L"administrator");//administrator:系统用户名
```

```
pISSCEMerge -> put_ InternetPassword(MyPassword); // MyPassword:系统用户密码
```

```
pISSCEMerge -> put_ Publisher(L"phil");//phil:发布服务器名
```

```
pISSCEMerge -> put_ PublisherDatabase(L"DB");//DB:发布数据库
```

```
pISSCEMerge -> put_ Publication(L"PubDB");// PubDB:发布
```

物名

```
pISSCEMerge -> put_SubscriberConnectionString(L"DataSource
= \ \ MRDB.sdf");
```

//MRDB.sdf:移动设备同步数据库名

```
pISSCEMerge -> put_Subscriber(L"sub");//sub:订阅服务器名
```

如果是使用 ActiveSync 工具进行同步,还需要设置一下代理服务器属性,如:

```
pISSCEMerge -> put_InternetProxyServer(L"phil:23");//phil
主机名,23 端口
```

④向 SQL Server 主机增加订阅:

```
pISSCEMerge -> AddSubscription(CREATE_DATABASE);
```

仅第一次同步使用订阅时,需要调用该方法。

⑤进行同步复制:

```
pISSCEMerge -> Initialize();
```

```
pISSCEMerge -> Run();
```

```
pISSCEMerge -> get_PublisherChanges(&IPubChanges);
```

```
pISSCEMerge -> get_PublisherConflicts(&IPubConflicts);
```

```
pISSCEMerge -> get_SubscriberChanges(&ISubChanges);
```

```
pISSCEMerge -> Terminate();
```

一个完整的复制处理过程需要一定要依次调用 Initialize(), Run(), Terminate() 方法^[2]。

4 总结与展望

SQL Server CE 复制技术的采用,完善了移动设备

与数据中心的数据交互过程,有效地解决了同步中带来的数据冲突问题,使抄表员的工作效率大大提高。

但是由于 GPRS 网络的带宽问题,有比较大的表量数据需要通过该无线方式同步时,同步时间仍然较长,应用程序短时间内将不会对用户输入作出响应。为了使应用程序在数据同步过程中对用户更为友好,拟在下一个应用程序版本中,采用 SQL Server 2005 Compact Edition 版本的异步数据同步功能,使用户在等待数据同步完成的同时能够继续处理其他信息,进而改进应用程序性能。

参考文献:

- [1] 张祺中,孙 莉.嵌入式移动数据库在手持抄表器上的应用研究[J].微型电脑应用,2003,19(11):23-25.
- [2] Microsoft. Microsoft SQL Server 2000 Windows CE Edition 2.0 Books Online [M/CD]. 2002.
- [3] Microsoft. Microsoft SQL Server 2000 联机丛书[M/CD]. 2002.
- [4] 吴 飞,王 昕.嵌入式移动数据库 SQL Server for Windows CE 的应用研究[J].微计算机信息,2006,22(S):122-124.
- [5] 汪 兵,李存斌,陈 鹏. EVC 高级编程及其应用开发[M].北京:中国水利水电出版社,2005.

(上接第 231 页)

解释。解释器对推理过程的跟踪是通过解释器内部的跟踪函数实现的。跟踪函数保存了推理机计算出最终结果的推理过程,并将使用的规则和数据的信也保存了下来。

3 结 语

基于 B/S 结构的森林病虫害专家系统成功地将专家系统技术、GIS 技术、数据库技术和网络技术有机地结合起来。该系统通过浏览器让专家系统以网络的形式得到更加广泛的应用。它可以为用户提供对于森林病虫害发生期、发生量和危害趋势的预测预报;提供对于森林病虫害的专家防治建议。系统由于同 GIS 技术相结合,可以直观地将灾害发生的区域面积显示出来。另外,通过收集、整理森林病虫害专家的知识经验和国家公布的防治技术、常识性知识,使得专家系统有着较高的精确程度。这对保护森林资源不被病虫害侵扰有着非常重要的意义。

系统的关键技术是将专家系统技术、GIS 技术、数据库技术和网络技术相结合,提供直观、有效的预测防

治结果。但由于目前网络带宽、计算能力等方面的限制,系统在进行多数据库操作(知识库、森林病虫害基本信息库和空间数据库)时,响应速度还需提高。此外,系统包含森林病虫害的种类仍然比较少,知识库有待进一步扩充和完善。

参考文献:

- [1] 叶建仁.中国森林病虫害防治现状与展望[J].南京林业大学学报,2000,24(6):1-5.
- [2] Potter W D, Deng X, Li J, et al. A web-based expert system for gypsomoth risk assessment[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2000, 27(1-3):95-105.
- [3] SUN Microsystems. J2EE Tutorial[EB/OL]. 2002. <http://java.sun.com/j2ee/tutorial/download.html>.
- [4] 何新贵.知识处理与专家系统[M].北京:国防工业出版社,1990.
- [5] Schmoldt D, Martin G. Development and Evaluation of an Expert System for Diagnosing Pest Damage of Red Pine in Wisconsin[J]. Forest Science, 1998, 35(2):364-387.