

移动终端在血糖控制系统中的应用研究^①

Implementation of Blood Sugar Control System Based on Mobile Terminal

方路平 傅晓婕 (浙江工业大学 计算机软件与理论 浙江 杭州 310023)

摘要: 为了解决现有的医院管理系统不能延伸到病人跟前的问题, 提出把无线网络作为传统有线网络的必要补充, 实现基于移动终端的医院信息管理系统。通过采用 PDA 作为移动终端, 实现了基于 PDA 的应用于 ICU 病房的血糖控制系统。最后讨论了在 Windows Mobile 操作系统下如何实现对本数据库和远程数据库的访问。

关键词: PDA 医院信息系统 数据访问 SQL Mobile Web Services

1 引言

随着医院信息化的发展, 医院管理系统(HIS)、医学影像信息系统(PACS)已在我国的大中医院得到广泛的应用。但这些系统大都采用传统的有线网络, 运行在 PC 机上。使用有线网络的缺点十分明显, 需要医护人员在固定的地点使用, 实时性、移动性和扩展性较差。例如, 在住院部的查房环节, 医生查房时, 需要携带病人的病历, 并多次翻阅病人的治疗纪录, 同时护士需要在纸质材料上纪录医嘱、病人生命体征等, 最后以手工的方式输入到系统中。这种方式不仅效率低下、浪费医院的人力资源, 而且容易引起差错, 甚至造成医疗纠纷。特别是在我国经历非典、禽流感等大范围传染病以后, 传统有线网络的不足之处日渐显现出来。作为医院有线网络的必要补充, 无线网络可以有效的克服有线网络的不足, 基于移动终端的医院管理系统应运而生。

PDA 作为掌上型移动终端, 广泛应用在工业生产、医疗、餐饮等各个领域的信息查询和现场信息采集等方面^[1], 在我国医疗行业中的应用有着巨大的潜力, 将是临床医护的一个发展趋势^[2]。本文结合医护人员的需求特点, 深入研究了 ICU 病房中糖尿病病人的血糖实时检测, 采用 PDA 作为移动终端, 设计并实现了基于 PDA 的糖尿病病人的血糖控制系统。

2 系统设计

2.1 系统结构与功能

基于 PDA 的血糖控制系统并不是取代原有的医院系统, 而是对原有系统的一个补充。PDA 通过无线 AP(Access Point)以无线的方式连入中心数据库, 实现随时随地与 HIS 等系统的数据共享。同时把 PDA 与医院原有的系统相结合, 可以使医院提供更加人性化、以病人为中心的服务, 同时也提高了医院的服务质量和工作效率。基于 PDA 的血糖控制系统在医院应用的整体框架如图 1 所示。

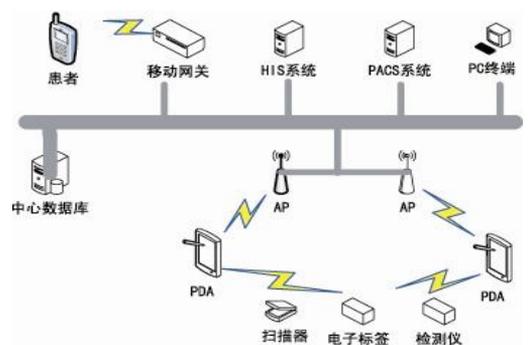


图 1 系统整体框架图

本系统是用于 ICU 病房中糖尿病患者的血糖控制治疗, 医护人员采集病人的血糖值, 并且根据医嘱来设置病人的相关参数后, 系统自动计算出病人的治疗参数, 如胰岛素用量, 静脉推速度, 下一治疗时间等,

① 收稿时间:2008-08-24

医护人员在根据这些参数来进行下一步的治疗。针对业务的需要，系统的功能如图 2 所示：

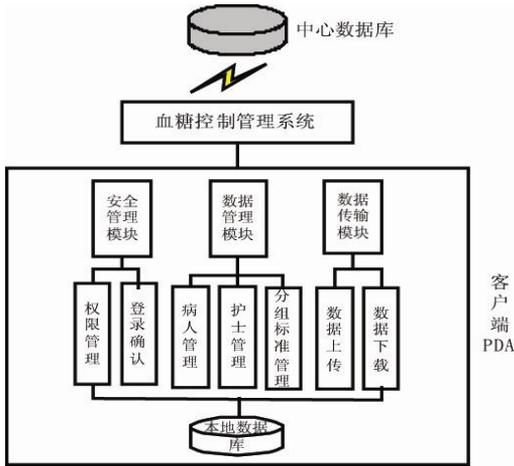


图 2 系统功能模块图

在 PDA 上存储数据，从应用程序的角度来看，数据可以保存在关系数据库（例如 SQL Mobile）、本地文件（例如通常通过 DataSet 管理的 XML 文件）以及在应用程序终止时配置的基于会话的内存内数据结构中。如果要存储在 PDA 上的数据量少（50 到 100kb），则数据可以存储在本地的 XML 文件中。如果数据量较大，则 SQL Mobile 将提供较高的性能及可靠性，因为将使用 SQL Mobile 查询引擎访问数据，该查询引擎支持具有更高性能和客观理性的结构查询语句（SQL）。在本系统中，我们将采用 SQL Mobile 来存储 PDA 端的数据。

系统主要包括：安全管理模块、数据管理模块和数据传输模块。

安全管理模块：主要是为了避免没有操作权限的人员更改患者的资料，获取医院病人的资料。保证了只有合法的医护人员才能操作本系统。

数据管理模块：主要用来管理病人和护士的资料，也可查看病人的历史治疗纪录、病人血糖趋势等一些与病人相关的资料。

数据传输模块：PDA 通过无线的方式与中心数据库连接，通常无线网络连接的稳定性经常受到外界因素的影响。为了使血糖控制系统在即使网络不能用的情况下也能工作，需要在本地建立一个本地数据库来存储数据，保证在脱机的状态下，医护人员也能正常的使用系统。本系统采用 SQL Mobile 作为本地数据库。

2.2 系统流程设计

目前，在我国医院中，专门针对血糖控制的管理系统还很少。在治疗过程中，医护人员需要根据患者现在的血糖值以及期望达到的治疗结果，人工的计算出下一时刻的治疗时间、胰岛素用量及速度等治疗参数。系统的业务流程如图 3 所示：

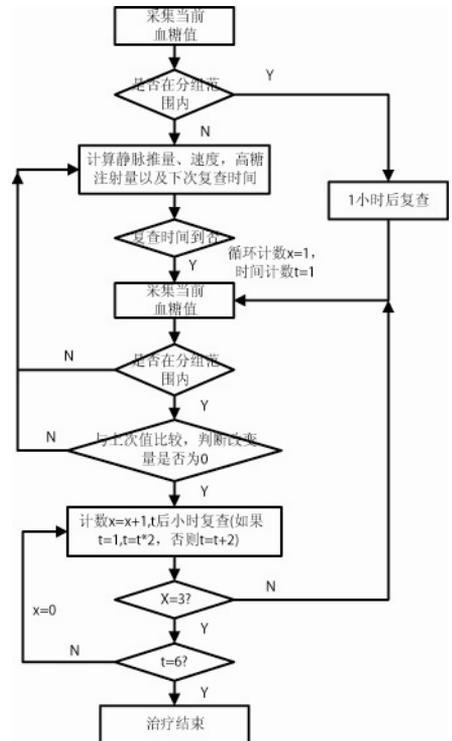


图 3 系统业务流程图

人工的处理方法使得出错的可能性大大增加。现在，在某些医院中应用了血糖控制管理系统，但也都是基于 PC 机的，医护人员需要先在纸上记录病人的血糖值，再输入到计算机中进行处理，这就降低了工作效率，为医护人员带来了极大的不便。使用基于 PDA 的控制系统，医护人员可以将手持 PDA 带到患者跟前，在患者跟前采集了血糖值后，直接输入到 PDA 中而不需要，由控制系统直接计算出所需要的静脉推量、静脉推速度、下次治疗时间等治疗参数。当复查时间到了以后，PDA 会给出提示，医护人员再进行下一步的操作。

3 数据访问技术讨论

本文主要讨论在系统实现过程中，用到的数据库访问技术。系统在 PDA 端采用 SQL Mobile 作为本地

数据库,在服务器端采用 SQL Service 2005 作为中心数据库。系统运行时,通过 ADO.NET 来访问本地数据库,并通过 Web Services 来实现远程数据的交换。

3.1 ADO.NET 访问本地数据库

SQL Mobile 是微软公司为 Windows CE、Tablet PC 等移动设备提供的关系型数据库产品,它提供了一致的数据库管理和开发模式,具有关系数据库的基本功能:较大的数据存储能力、优化的查询机制、可靠的数据合并与复制功能等^[3]。

.NET Compact Framework 是 .NET Framework 的精简版,是专门为了在较小内存的移动设备(如掌上电脑、移动电话等)上运行而设计的。ADO.NET 是有关数据库访问和操作的主要类集合,是 .NET Framework 中非常重要的组成部分。ADO.NET 可以应用于多种场合,用于开发 Windows CE 数据库应用程序的 ADO.NET 称为 ADOCE。ADOCE 是 ADO.NET 的子集,其中只有 Recordset 和 Field 对象的实现,没有命令对象(Command object)、没有连接、错误和属性,但仍能提供与桌面的自动双向同步以及标准的 ADO.NET 功能。

在 ADOCE 中提供了 SqlConnection、SqlCommand、SqlCeDataAdapter、SqlCeDataReader 等对象来操作数据库,这些对象包括在 System.Data.SqlServerCe。例如,通过 SqlConnection 来连接 SQL Mobile 数据库的代码如下:

```
String connString=string.Format
("DataSource={0}\\DeviceHospDB.sdf;password
=***",
System.IO.Path.GetDirectoryName(System.Refle
ction.Assembly.GetExecutingAssembly().GetNa
me().CodeBase));//连接字符串
conn = new SqlCeConnection(connString);
//连接数据库
```

ADO.NET 主要包括两个核心组件: DataSet 和 .NET Framework 数据提供程序,它提供两种访问数据的方式:持续式连接和断开式连接。DataSet 是 ADO.NET 的断开式连接的核心组件,实现了独立于任何数据源的数据访问,它其实就是内存中的一个小型数据库,可以在断开式结构中提供数据视图。PDA

系统工作时通常不能保证时刻连接到网络上的服务器或数据库,断开式的连接可以使用户在非连接的情况下,操作数据源一部分,在连接到中心数据库时,再对所做的修改与数据源进行合并。断开式连接的代码如下:

```
SqlCeDataAdapter adapter = new
SqlCeDataAdapter("SELECT * FROM
[PatientsInfo]", conn);//定义 DataSet 和数据源间
的桥梁对象
SqlCeCommandBuilder builder1 = new
SqlCeCommandBuilder(adapter);//根据 adapter
中的 select 命令生成需要的数据操作命令(insert、
update、delete)
conn.Open();
DataSet ds = new DataSet();//创建 DataSet
对象
Adapter.Fill(ds);//数据填充到 DataSet 对象
DataTable dtPatientsInfo = new
DataTable("PatientsInfo");//在 DataSet 对象内部
创建表对象 DataTable
adapter.Fill(dtPatientsInfo);//数据填充到
DataTable 对象
/*数据处理部分*/
adapter.Update(ds);//经过数据处理,把结果更
新到 DataSet 对象
conn.Close();
```

3.2 通过 Web Services 访问远程数据

本系统在实现过程中选择 Web Services 进行 SQL Mobile 数据库与中心数据库之间的数据交流。 .NET Compact Framework 可以运行在 Windows CE 4.1 及更高版本的操作系统的移动设备上,而 .Net 对 Web Service 提供了很好的支持,开发者可以很容易的开发基于 Web Service 的服务程序和客户端应用程序。而且由于 Web Services 通过标准的 HTTP 协议来传输数据,可以很方便的跨越 Intranet 或者 Internet 网段,通过适当的配置,对 Web Services 的访问可以很轻易的穿透防火墙。同时,移动终端通常处于一个不受信的网络环境中,而 Web Services 通常设计为面向服务的借口,只需要向其发送命令来完成某项服务请求,和服务器间并不需要一个持久的连接^[4]。

Web Services 体系结构基于三种角色(服务请求者、服务提供者和服务代理)间的交互。图 4 描述了 Web Services 的体系结构^[5]。

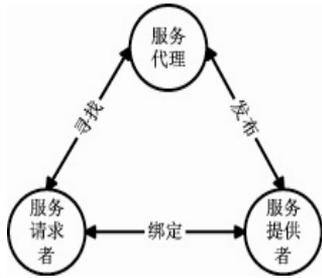


图 4 Web Services 的体系结构

在 SQL Mobile 数据库与中心数据库的数据交换过程中主要采用数据传输的方式，包括数据上传与下载。数据上传时根据 Web 服务的地址和上传服务名称请求 Web Service 服务器上的 Web 服务，并将上传数据作为参数传给 Web 服务，由 Web 服务将数据写入中心数据库服务器。下载数据的过程与上传类似。图 5 表示了系统基于 Web Services 的数据交换模型^[6]。

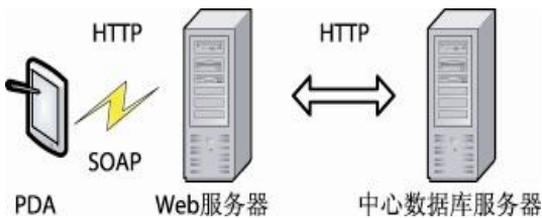


图 5 Web Services 的数据交换模型

那么如何在系统中实现通过 Web Services 来连接数据库呢?

首先,建立一个类型为 Web Services 的 Web Site 项目,在该项目的 App_Code 目录下的 Service.cs 文件中定义项目中需要使用连接远程数据库和操作数据库的方法。接着,创建一个 Windows Mobile 的项目,并在项目中添加对上面建立的 Web Services 的引用,可以看到,在该项目多了“Web Reference”目录下,该目录下的“Reference.cs”文件就是自动生成的访问此 Web Services 的代理类。这相当于创建了一个 Web Services 的本地代理类,这样就可以像使用一个本地函数一样使用 Web Services 了。

在调用这个 Web Services 的代理类的过程中,实际上发生了以下一系列动作。

1) Web Services 代理类将在 Service.cs 文件中

定义的方法的请求序列化为一条 SOAP 请求,发往 Web Services 服务器。

2) Web Services 服务器收到该请求,并调用该请求中所调用的 Web Services 方法在服务器端的代码。

3) Web Services 服务器端将返回值转化成 SOAP 信息发送回 PDA, Web Services 的本地代理接收该 SOAP 信息,并得到 Web Services 的请求结果。

4) PDA 应用程序获得 Web Services 本地代理类中解析出来的 Web Services 的结果。

4 系统开发与实现

PDA 的使用对象是医护人员,其设计的好坏直接影响到医护人员的操作以及病人的生命安全。由于 PDA 本身的局限性,其屏幕只有 3.5 英寸,所以友好的人机界面和完善的系统设计便成为在系统开发时应着重考虑的。根据系统运行的实际需要和日后系统的升级换代,本系统实现时采用的 PDA 的操作系统为 Windows Mobile 6,基于该操作系统下的应用开发分为使用本机代码和托管代码的开发,分别使用不同的开发工具。经过综合分析,本系统采用 C# 语言开发,开发工具为 Visual Studio.Net 2005,软件运行支持库为微软的 .NET Compact Framework 2.0。同时考虑到系统在运行时,PDA 需要有一定的数据处理能力和存储能力,因此系统采用 C/S 模式,在 PDA 端采用 SQL Mobile 数据库,使用 ADO.NET 来连接此数据库。在服务器端采用 SQL Server 2005 数据库,PDA 通过 Web Services 来远程连接数据库。PDA 支持内置的蓝牙和 Wi-Fi(802.11g)无线技术,医院搭建无线局域网,PDA 通过 AP 介入医院的局域网,在网络连通时 PDA 将作为中心数据库的客户端使用,网络断开时,利用 SQL Mobile 数据库来支持系统的运行。图 6 所示即为系统在开发完成后系统运行的部分界面。

5 结束语

基于移动设备的医疗信息系统有很重要的实际应用价值。本文针对医院 ICU 病房中,用于糖尿病患者的治疗的血糖控制系统的实现展开讨论,分析了在系统实现过程中的关键技术以及解决方法。重点讨论了在数据交换过程中采用的 ADO.NET 和 Web Services 等方法。

(下转第 30 页)



图 6 系统运行界面

参考文献

- 1 李尧,陈金水.基于 PDA 的移动医护信息管理系统设计.中国医疗器械杂志,2005, 6(29):414-418.
- 2 沈天龙,施俊,严壮志.基于 PDA 的无线医疗信息管理系统的设计开发.中国医疗器械杂志,2007,31(5):344-347.
- 3 李永隆.PDA 程序设计.北京:清华大学出版社,2002: 211-221.
- 4 刘彦博,胡砚,马骥.Windows Mobile 平台应用于开发.北京:人民邮电出版社, 2006: 208-218.
- 5 柴晓路,梁宇奇.Web Services 技术、架构和应用.北京:电子工业出版社,2003:10-15.
- 6 陈兵,万晖.基于 XML 的 Web 数据交换.计算机工程, 2002,28(2):112-114.