

文章编号:1000-582X(2004)11-0137-04

# 网络虚拟仪器的开发研究\*

王 见,秦 树 人,柏 林

(重庆大学机械工程学院 测试中心,重庆 400030)

**摘 要:**介绍了网络化虚拟仪器的基本概念,提出了一套基于.net框架下的Web网络化虚拟仪器的解决方案:采用.net组件技术构造用户界面组件、数据服务组件、信号分析组件、数据库服务组件和采集控制组件,根据需要,将上述组件灵活地部署到合适的位置,实现远程测试。按照这种解决方案设计了一套基于Web的网络化示波器,可以进行远端数据采集。并将数据库技术引入网络化虚拟仪器中,实现对信号的存取管理功能。

**关键词:**网络化虚拟仪器;Web;组件;.net

**中图分类号:**TH117.21

**文献标识码:**A

虚拟仪器(virtual instrumentation,简称VI)是指以计算机作为仪器的硬件支撑,充分利用计算机独具的运算、存储、回放、调用、显示以及文件管理等智能式的功能,把传统仪器的专业化功能软件化,使之与计算机结合起来,用户可以通过友好的图形界面来操作这台计算机,就像在操作自己定义,自己设计的一台单个仪器一样,从而完成对被测试对象的数据采集、分析、判断、显示、数据存储等<sup>[1]</sup>。网络化虚拟仪器是继虚拟仪器之后仪器仪表领域出现的又一个新的发展方向。它是将Internet技术与虚拟仪器技术相结合,继承并发展了虚拟仪器的概念,延伸和扩大了虚拟仪器的资源。网络化虚拟仪器充分利用网络,将虚拟仪器的各个功能分布到网络上的不同位置,非常灵活地完成各种测试任务。通过网络技术可以将测试现场与监测控制现场分开,避免了传统虚拟仪器的地域限制;可以使用远程数据库的强大功能和海量存储,对数据进行存取、共享;可以利用网络的分布式特性,使用网络上其他计算机的计算能力、资源,打破了单机的功能上的局限性;此外通过网络可以共享各种资源,利于同行之间的交流沟通。网络化虚拟仪器的这些特性使得它广泛应用于远程测试、故障监测、远程控制 and 远程教学等领域。

## 1 网络化虚拟仪器的模式

传统的虚拟仪器系统主要包括测控对象,计算机

及虚拟仪器软件,各种硬件接口及外围设备。计算机上安装虚拟仪器软件,将外围设备(如采集卡、GPIB设备、VXI设备等)通过硬件接口连接到计算机上。采集到的数据经过分析处理直接显示到计算机屏幕上。

网络化虚拟仪器结构就比较灵活,按照功能将它分为几个模块:信号获取与前置信号预处理模块、信号显示模块、信号处理模块、数据存取模块。这些模块依托网络技术分布到网络上不同位置,组成各种网络化虚拟仪器的解决方案。

按客户端程序的形式来分,网络化虚拟仪器可以有两种模式:一种客户端是传统的桌面程序,也称为Client/Server模式;另一种是采用Web浏览器,如IE、Navigator等,不需要安装其他的桌面程序,这种称为Browser/Server模式。

Client/Server模式是网络应用的一种常见模型。许多基于局域网的虚拟仪器应用就采用这种模式<sup>[2]</sup>。客户端程序通过软盘、光盘或从网络上下载后,需要安装到客户机上,通过客户端程序连接到服务器。

在Client/Server模式中,一部分应用进程(客户)获得另一组应用进程(服务器)提供的服务。系统的主要负担由客户端来完成,在不同的客户机端需要安装不同应用程序。这种模式有着安全性高、网络通信负荷小、速度快等优点。但是更新和维护的工作量较大,扩展性和灵活性较差。

\* 收稿日期:2004-03-01

作者简介:王见(1975-),男,新疆喀什人,重庆大学博士研究生,主要研究方向为网络化虚拟仪器与网络技术。

基于 Web 的网络化虚拟仪器采用组件技术将虚拟仪器组件化,然后将虚拟仪器组件部署在服务器上,当用户利用浏览器访问该服务器时,虚拟仪器组件自动下载到客户机上,并嵌入浏览器中执行。采用这种方法的特点是可实现瘦客户端,即客户端只需安装运行浏览器,不需要安装其他软件,而且易于系统的维护和更新。

根据实际情况和任务的复杂程度,可以将功能在客户端和服务端进行合理的分配。例如在远程教学中,浏览器从服务器端下载虚拟仪器,仅仅包含仪器的控制面板和显示面板,而信号采集、信号处理分析等全部在服务器端实现;在远程监测中,服务器负责信号的采集及传输,客户端虚拟仪器程序对信号进行分析,并以波形、频谱等方式显示。

相关文献<sup>[3-5]</sup>提到的系统都是基于 Web 的网络化虚拟仪器系统。用于实现基于 Web 的网络化虚拟仪器的技术有:CGI(Common Gateway Interface)、ASP(Active Server Pages)、ASP.NET、ActiveX、Java 等。在本文中,使用 ASP.NET<sup>[6]</sup>、.net 组件<sup>[7]</sup>和 Socket 技术<sup>[8]</sup>实现基于 Web 的网络化虚拟仪器。

## 2 基于 Web 的网络化虚拟仪器

在逻辑上,使用三层结构来设计网络化虚拟仪器,包括数据层、业务层和表示层。

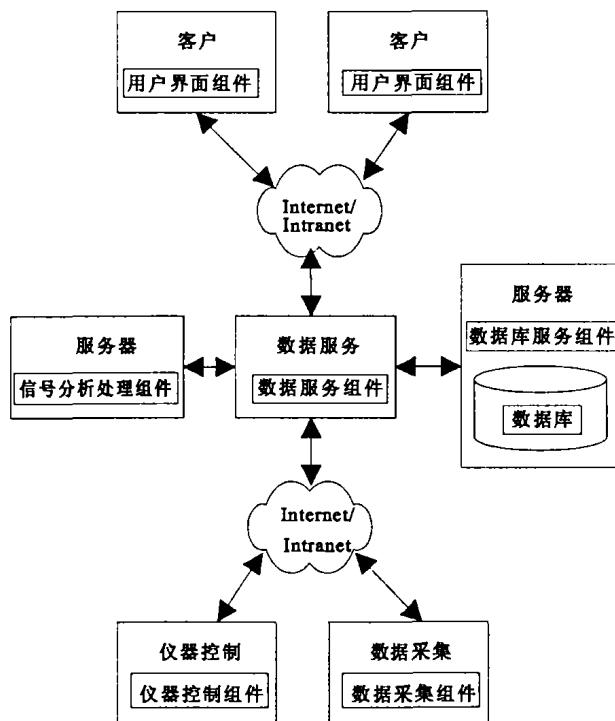


图1 基于 Web 的网络化虚拟仪器结构

数据层指 SQL 服务器,用于存储实验数据和用户信息。数据层响应业务层发出的请求,从数据库中提

取数据或存入数据。业务层包括中央业务处理和分布业务处理。中央业务处理负责数据的传输,分布业务处理负责数据的分析处理。业务层可以根据需要分布到网络的不同位置。表示层是应用的用户接口部分,它担负着用户与应用间的对话功能,它用于检查用户从键盘等输入的数据,显示应用输出的数据。

根据以上的分层结构,采用了 .net 组件技术完成的基于 Web 的网络化虚拟仪器,结构如图 1 所示。

用户界面组件用于显示虚拟仪器面板,包括波形显示、选择开关、旋钮等。此外还具有与数据服务组件通信的功能。

数据服务组件是基于 Web 的网络化虚拟仪器系统的核心,它负责与用户界面组件、信号分析处理组件、数据库服务组件、仪器控制组件和数据采集组件等进行相互通信。在 TCP/IP 网络环境下,组件之间的通信过程是利用 TCP/IP 协议中的传输层接口 Socket 来实现的。利用 Socket 接口开发通信程序通常有两种方法,一种是面向连接的 Socket 系统调用(TCP),另一种是非连接的 Socket 系统调用(UDP)。因为本系统中要保证数据实时安全传输,所以采用面向连接的套接字调用。在 .net 框架下, System.Net.Sockets 命名空间包含 Windows 套接字接口的托管实现,使用它可以完成 socket 动态库中的全部功能。

信号分析处理组件对数据进行分析处理,并与数据服务组件进行通信。根据需要可以将该组件与用户界面组件部署在一起,下载到客户机中运行,这样可以减轻服务器的负担。数据库服务组件用于向数据库提出操作请求,并处理与数据服务组件之间的通信。仪器控制组件和数据采集组件用于控制仪器和进行数据采集。当进行仪器控制和数据采集时,采用传统的桌面程序,以获得对仪器和采集卡的控制权。

数据库用于记录用户信息(如用户 ID、用户名、口令、用户单位等)、用户登陆信息(登陆时间、退出时间等)和原始信号。数据库服务组件采用 ADO.NET 与数据库连接。

## 3 基于 Web 的网络化波形显示器

按照上述方法,构造了一套面向教学的网络化虚拟仪器系统。该系统由一台信号发生器产生信号,利用带有 PCI 采集卡的计算机作为仪器服务器,信号由服务器通过 IIS 发布。远程计算机利用浏览器登陆服务器,即可观察到信号发生器产生的波形。该系统的构成如图 2 所示。

服务器提供 IIS 服务,运行 SQL Server2000、数据

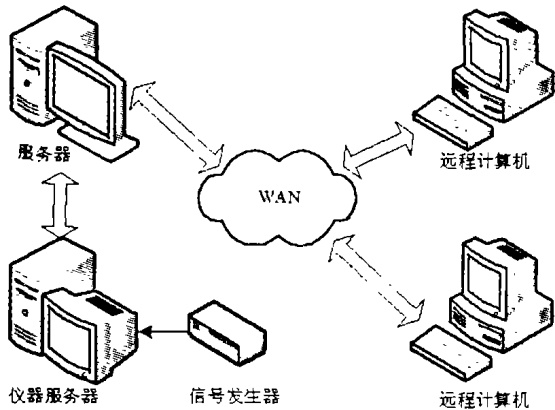


图 2 系统结构

库服务组件及数据服务组件,并将用户界面组件部署在该服务器上。部署时将用户界面组件和它的显示页面放于 IIS 同一目录下,在显示页面中包含如下代码,用于组件的自动加载。

```
< OBJECT id= " UserDisplay" height = " 560 "
width = "740" classid = "http:UserDisplay. dll#
UserDisplay. plot" VIEWASTEXT >
</OBJECT >
```

数据服务组件是基于多线程的,以解决同时与其他组件之间通信的问题。net 框架中提供可以进行多线程编程的类和接口,其中线程的创建主要有以下两种方法:Thread、ThreadPool。本文中主要使用 Thread 创建线程。除了为数据服务组件和其他组件之间通信分别创建的线程外,还需要为每个客户机与服务器的通信创建线程。这里采用一种动态创建并管理线程的技术,系统启动时,创建一个线程队列,打开侦听线程。有客户机发出请求时,创建与该客户机连接的线程,并将该线程添加到线程队列。通过线程队列对客户机的连接进行管理。

仪器服务器上安装数据采集卡,采集信号发生器产生的信号。数据采集组件也部署在这台机器上,用于接收采集指令,并将采集的信号发送到数据服务组件。仪器服务器通过局域网与服务器连接。

客户机可以位于局域网内部,也可以通过 Internet 与 Web 服务器连接。客户机上只需要安装 Internet 浏览器,而不需要安装其他的虚拟仪器客户端程序。

系统启动时进行一系列的初始化工作:启动 IIS 服务器,数据服务组件进行初始化;启动信号采集程序,采集组件初始化并建立与数据服务组件的连接通道,通道建立后对其进行侦听,以接收来自数据服务组件的命令。系统的流程如图 3 所示。

用户通过浏览器访问 IIS 服务器,首先显示用户登陆页面,根据用户名和密码判断用户是否有权限运

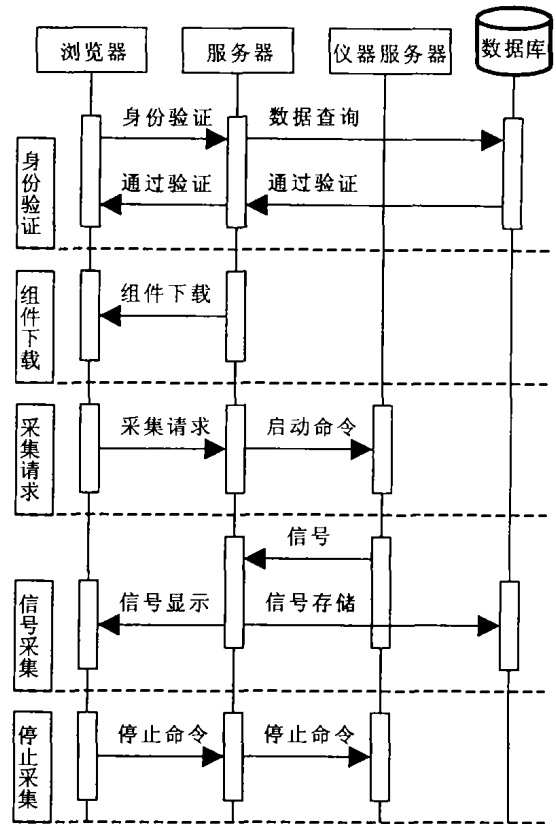


图 3 系统流程图

行网络化虚拟仪器。验证由 ASP.NET 服务器端控件利用 ADO.NET 完成,根据用户输入的用户名和密码,判断是否是数据库中的合法用户,并将用户登陆的时间记录下来。通过验证后,客户端自动从服务器下载.net 用户界面组件,该组件可显示虚拟仪器面板,并且连接数据服务组件传输数据。该组件采用多线程技术,波形显示、数据传输各开一个线程。

此时用户可以利用虚拟仪器面板(见图 4)操纵虚拟仪器了。选择好采样频率和通道,点击启动按钮,用户的操纵命令通过数据服务组件传递到仪器服务器,启动采集进程。采集组件开辟了数据缓存,当数据满 1 024 个点时,将数据包序号和信号数据封成一个数据包发送数据服务组件,直至收到采集结束命令。数据包序号用于标识数据包顺序,从 0 开始,信号采用 32 位双字节浮点型。数据服务组件将数据包分别送给数据库服务组件和显示组件。

数据库服务组件接收到数据包后,每 10 min 将数据按照数据包的序号合并起来,存入数据库原始信号表中。用户界面组件将接收的数据包解析后直接显示到屏幕上。该组件在客户机上开辟数据缓存,将历史数据记录下来,以实现信号的回放功能。

这时如果其他用户对服务器发出连接请求,通过验证后,只能接收信号发生器产生的信号,并不能取得控制权。

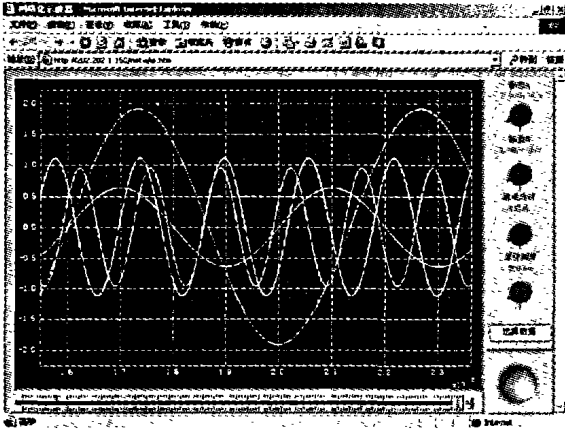


图4 基珠 Web 的网络化波形显示器

当采集过程需要结束时,用户点击停止按钮,用户界面组件发送结束命令到数据服务组件,数据服务组件分别通知数据库服务组件和数据采集组件。数据采集组件收到命令后停止采集。数据库服务组件收到结束命令,将当前信号存入数据库中。

在采集结束后,客户机的虚拟仪器面板可以将存储的历史信号从数据库中取出显示。

用户界面组件用于实时信号显示、发送控制命令、回放历史数据,还可以将远程数据库中的典型信号提取出来进行显示。该组件能对信号进行任意缩放、显示当前数值等。

#### 4 结论

基于 Web 的网络化虚拟仪器采用网络技术、组件技术、多线程技术将传统虚拟仪器的功能组件化,并部署到合适的位置,来完成远程测试任务。它主要有以下特点:

1) 在用户端不需要软件安装,只需要用户利用浏览器连接 Internet。

2) 用强大的数据库服务器对用户的数据进行管理,提高了可靠性和安全性。

3) 用户使用仪器不受地点限制。

可以将各种网络技术应用到网络化虚拟仪器中来,比如视频流技术、远程协作等,充分发挥网络强大的功能。

#### 参考文献:

- [1] 秦树人,张思复,汤宝平,等. 集成测试技术与虚拟式仪器——面向 21 世纪的仪器系统 [J]. 中国机械工程, 1999,10(1):77-80.
- [2] JAMAHL OVERSTREET, ANTHONY TZESI. Internet - based client/server virtual instrument designs for real - time remote - access control engineering [C]. San Diego, CA USA: IEEE American Control Conference, 1999.
- [3] LUIGINO BENETAZZO, MATTEO BERTOCCO. A Web - Based Distributed Virtual Educational Laboratory [J]. IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement, 2000,49(2):295-303.
- [4] 何岭松,张蓉. 基于 Web 的网络化虚拟仪器技术及应用 [J]. 中国机械工程,2002,5(1):759-761.
- [5] J O STRAMD, AM, R BERNTZEN, T A FJELDLY, T YTTERDAL, M S SHUR. Lab-on-Web: performing device characterization via Internet using modern Web technology [C]. Aruba: Fourth IEEE International Caracas Conference on Devices, Circuits and Systems, 2002. 17-19.
- [6] DAVE SUSSMAN, ALEX HOMER. ASP.NET 高级编程 [M]. 王毅译. 北京:清华大学出版社,2002.
- [7] SIMON ROBINSON. C#高级编程(第二版) [M]. 杨浩译. 北京:清华大学出版社,2002.
- [8] 周存杰. Visual C#.NET 网络核心编程 [M]. 北京:清华大学出版社,2002.

## Research and Development of the Network Virtual Instrument

WANG Jian, QIN Shu-ren, BO Lin

(Test Center, College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

**Abstract:** This paper introduces a basic concept of network virtual instrument and presents a solving scheme based on the .net framework for web network virtual instrument in which the component technology are used to construct UI component, data - service component, signal - processing component, DB - component, controlling component and data - acquiring component, in accordance to demand these component above can be flexibly put on the right place to realize remote test and control. In the light of the scheme, a set of network oscilloscope based on web is designed to remotely sampling data, and the technology of data base is successfully used to administer the saving and taking of signals in network virtual instrument .

**Key words:** network virtual instrument; web; component; .net

(编辑 张小强)