

基于 B/S 模式的电力系统分析软件

张节潭, 黄志诚, 韦化

(广西大学电气工程学院, 广西 南宁 530004)

摘要: B/S 模式是伴随着 Internet 发展起来的新型的软件开发模式, Matlab 是一种解决工程计算问题的高性能语言, 开发将 B/S 模式与 Matlab 相结合的电力系统分析软件具有很强的现实意义。该文阐述了系统的结构和原理, 提出了相应的解决方案。利用 ASP.NET 和 C# 实现了系统的 B/S 结构, 利用 SQL Server 数据库完成服务器端数据的管理, 并利用 Matlab 实现了服务器端的相关计算。软件具有客户端零安装和免维护、易于扩展以及开发周期短等优点。

关键词: B/S; 电力系统分析; Matlab; SQL Server

中图分类号: TM711 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2005)17-0035-04

0 引言

电力系统分析软件是电力系统规划、设计、运行和管理过程中不可缺少的重要工具。它可以用来确定规划设计方案、拟定电力系统的运行方式、整定自动装置的控制参数、进行事故分析以及辅助运行人员做出正确的决策。随着电力工业的发展, 电力系统的规模越来越大, 电网互联不断加强, 系统的节点数由原来的几十个扩大到几百个甚至上千个, 这将涉及到大量高维矩阵的运算, 大大影响了计算的速度。在竞争激烈的电力市场条件下, 电力交易瞬息万变, 电力调度既要保证公平竞争性, 又要保证系统安全运行, 必将出现大量信息的汇总、交换和存储, 这给电力系统分析提出了新的难题。

Matlab 是由 MathWorks 公司于 1984 年推出的数学软件, 其名称是“矩阵实验室”(Matrix Laboratory)的缩写。与 BASIC、FORTRAN、C/C++ 等语言相比, Matlab 的语法规则简单, 更贴近人的思维方式, 被称为“演算纸式的科学工程算法语言。Matlab 具有强大的矩阵处理功能, 可以直接对矩阵、向量、数组及多项式进行各种复杂的运算, 这给电力系统分析中高维矩阵的运算带来了极大的方便, 因此 Matlab 广泛应用在电力系统分析中。

B/S(浏览器/服务器)模式是伴随着 Internet 发展起来的一种新型软件模式^[1,2], 同 C/S(客户机/服务器)模式相比有很多的优势。它是一种瘦客户机模式, 对客户端硬件配置的要求不高。客户端以 Web 浏览器作为运行平台, 所有的开发、维护和升级工作都集中在服务器端, 真正实现了客户端零安

装和免维护。B/S 模式还具有平台无关性, 客户端可以对不同的浏览器实现兼容, 具有极强的伸缩性。

本文所述的电力系统分析软件将 B/S 模式的优点同 Matlab 强大的计算能力巧妙地结合起来, 具有较高的使用价值。

1 系统的结构和原理

本软件的开发工具是 Visual Studio .NET 2003, 服务器端的操作系统采用 Microsoft Windows XP Professional, Web 服务器采用 Internet Information Server 5.1, 数据库服务器采用 SQL Server 2000, 计算服务器采用 Matlab 6.5 中的 Web Server。整个服务系统运行在 CPU 为 Pentium M 2.00 G, 内存为 256 MB, 硬盘容量为 60 GB 的 PC 机上。系统的总体框架如图 1 所示。

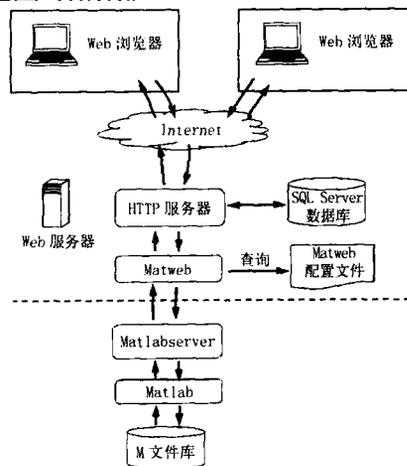


图 1 系统框架图

Fig 1 System framework

客户端的 Web 浏览器向服务器发出一个 HTTP 请求,服务器返回一个 Web 页面,提示用户登录或注册,如图 2 所示。当用户输入用户名和密码后点击登录按钮将调用 Web 服务的方法对用户进行有效性验证。所有注册过的用户信息均存储在 SQL Server 数据库中。只有注册过的合法用户才能调用服务器端的 Matlab 进行电力系统分析计算。

用户可以采用两种方式提交电力系统数据。一种是用用户事先按照一定的格式把数据存储为文本文件,然后上传到服务器端。另外一种是用用户在 Web 页面的表单上输入数据,表单提交后将自动形成文本文件。数据文件成功上传后,应用程序就会向 Matlab Web Server 的 CGI 接口发送一个 HTTP 请求,其中包括三类信息:上传的数据文件在服务器端的文件名、路径和期望采用的算法程序名称。CGI 接口根据以上信息从 M 文件库中调用相应的算法程序进行计算并返回计算结果文件的路径。

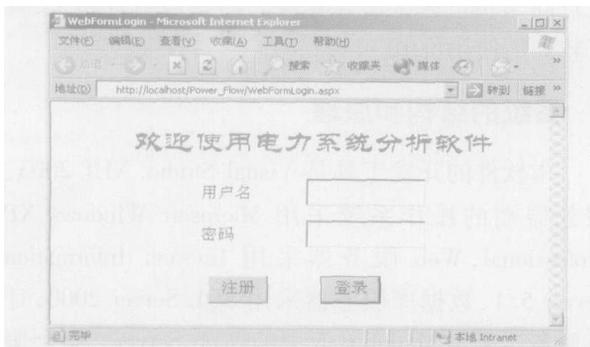


图 2 用户登录页面

Fig 2 Authentication Web page

客户机接收到结果文件在服务器端的详细路径信息后,发出相应的 HTTP 请求,将结果文件取回至本地计算机,并将结果显示出来^[3]。

2 系统的软件设计

2.1 SQL Server 数据库的应用

用户的注册信息以及用户输入的电力系统电气参数都是通过 SQL Server 数据库管理的。我们建立了两个数据库: useIDB 和 inpuIDB。useIDB 数据库用来存储用户注册信息,它仅有一个表 userTable,设有两个字段 UseName 和 PassWord,对应用户名和密码; inpuIDB 数据库用来存储用户输入的电气参数,它有 PowerNet, Line, Transformer, Ground, Bus, Power PnBus, Generator 七个表。

.NET 框架提供了三个类用来访问 SQL Server

数据库: SqlConnection 类、SqlCommand 类、SqlDataReader 类。SqlConnection 类用于建立与 SQL Server 数据库之间的连接。SqlCommand 类表示将在数据源上执行的 SQL 语句或存储过程。当通过 SqlCommand 对象执行查询语句时,就会返回一个 SqlDataReader 对象,它用于完成对查询结果的访问。在使用这三个类之前需要创建它们的对象实例。

我们以 useIDB 数据库为例来说明如何访问 SQL Server 数据库。

```
public bool ValidateUser ( string usemane , string password)
//usemane和 password分别对应输入的用户名和密码
{
    SqlConnection cn = new SqlConnection ( " server = localhost; database = useIDB; uid = sa; pwd = sa" ); //建立和数据库的连接
    cn.Open (); //打开连接
    SqlCommand sq = new SqlCommand ( " SELECT COUNT (* ) FROM userTable WHERE UseName = " + usemane + " AND PassWord = " + password + " " , cn ); //生成一个查询命令
    SqlDataReader sr = sq.ExecuteReader ( CommandBehavior.CloseConnection );
    sr.Read ();
    if ( sr.GetInt32 ( 0 ) > 0 )
        return true; //如果数据库中存在与输入信息相符的记录则返回 true
    else
        return false; //否则,返回 false
}
```

2.2 数据文件的上传

电气参数描述了电力系统拓扑结构和运行方式,是电力系统分析的依据,主要包括系统参数、线路参数、变压器参数、接地支路参数、节点功率参数、PV 节点参数、发电机参数等。为了方便服务器端 Matlab 算法的扩展,电气参数的保存需要采用统一的格式。这里采用了 txt 文件保存数据文件,因为这种格式的文件结构简单,而且在数据总量相同的条件下,占用的空间较小,方便在网络上传播。txt 文件的格式如图 3 所示。

ASP.NET 提供了一个封装得非常完美的上传文件控件: HtmlInputFile 控件^[4](界面见图 4)。使用 HtmlInputFile 控件可以方便地将二进制文件或文本文件从浏览器上传到在 Web 服务器指定的目

节点数	线路数	平衡节点	平衡节点电压	基准功率	最大迭代次数	中心参数
计算精度	计算类型					
0(线路参数)						
序号	节点 i	节点 j	电阻	电抗	电纳 ($B/2$)	
0(接地支路参数)						
序号	节点 i	电导	电纳			
0(变压器参数)						
序号	节点 i	节点 j	电阻	电抗	变比	
0(节点功率参数)						
序号	节点 i	发电机有功	发电机无功	有功负荷	无功负荷	
0(PV节点数据)						
序号	节点 i	电压	无功下限	无功上限		
0(发电机经济参数)						
序号	节点 i	经济参数 A_0	经济参数 A_1	经济参数 A_2	发电机有功下限	发电机无功上限

图 3 数据文件格式

Fig 3 Format of the data file

录下。该控件的 PostedFile 属性指明了客户端指定的上传文件,利用 uploadfile1.PostedFile.SaveAs(strFileName)语句设置上传文件在服务器端所保存的目录和文件名。使用 HtmlInputFile 控件时,包含该控件的 Web 窗体的 enctype 属性必须设置为“multipart/form-data”。以下是关键的代码。

```
<form method="post" enctype="multipart/form-data" runat="server">
```

```
<input id="uploadfile1" type="file" runat="server" postedfile="要上传的文件名">
```

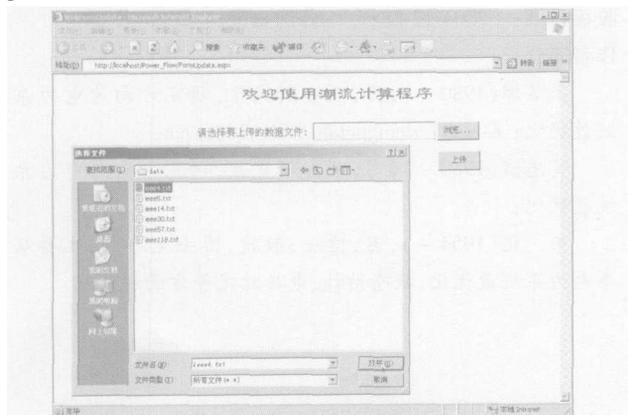


图 4 上传文件界面

Fig 4 Interface of uploading data files

用户在上传文件之前可以查看数据,并进行添加或修改(界面见图 5)。数据按照不同的参数类型分组列表显示。当用户在列表中修改或添加数据后,与之相对应的 txt 文件也发生改变。

2.3 服务器端计算的实现

Matlab Web Server 工具箱提供了在 Web 环境下运用 Matlab 的方法。Matlab Web Server 包含三个

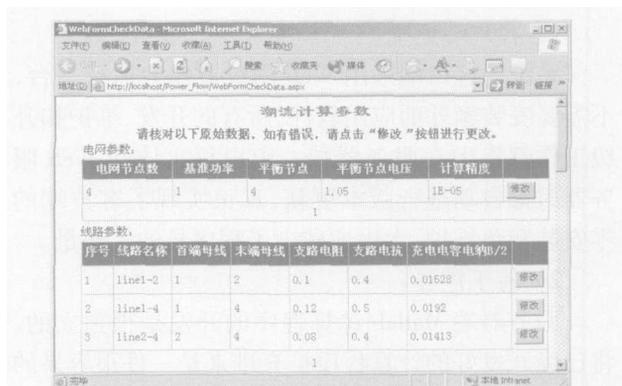


图 5 查看或修改数据界面

Fig 5 Interface of checking or amending data

部分。

1) Matlabserver 程序:是一个多线程的 TCP/IP 服务程序,负责管理 Web 应用程序与 Matlab 之间的通讯。它运行包含在 HTML 文档中的隐藏域 mmlfile 所指定的 Matlab 程序(M 文件)。

2) Matweb 程序:它是 Matlabserver 的一个 TCP/IP 客户,应用 CGI(通用网关接口)从 HTML 文档中提取数据,并发送给 Matlabserver。Matweb.conf 是 Matweb 程序的配置文件,存储了 Matlab 应用的配置信息;Matweb 需要这些信息才能正确连接到 Matlabserver。

3) M 文件:完成具体计算任务的 Matlab 程序文件。

利用 Matlab 实现服务端的计算需要以下几个步骤。

1) 建立相应 HTML 模板文档,用于收集用户发送的数据和显示计算的结果。

2) 配置 Matweb conf,在其中列举 Matlab Web 应用的名称和其他设置。程序如下:

```
[OPF]
m lserver = lee
m ldir = C: \ Inetpub\wwwroot\Power_Flow\opf
[PF]
m lserver = lee
m ldir = C: \ Inetpub\wwwroot\Power_Flow \pf
```

3) 编写 Matlab Web应用的主文件。

3 结论

本电力系统分析软件基于一种先进的软件模式——B/S模式,并用 Matlab完成服务器端的相关计算,和其它软件相比具有以下优点:

1) 客户端免维护

系统的客户端采用 Web浏览器作为运行平台,不需要安装额外的应用软件,所有的开发、维护和升级工作都集中在服务器端。用户每次访问 Web服务器时都自动进行版本更新,真正实现了客户端的零安装和免维护,大大地减少了程序员的工作量。

2) 易于扩展

服务器端 Matlab计算程序的开发是很独立的。将已经开发好的计算程序扩充进来是一件很容易的事情,只要将 M文件添加到 M文件库,然后在 Matweb conf中添加相应的目录设置就可以了。本系统提供了极坐标牛顿法常规潮流和内点法最优潮流两种计算功能,根据用户的需要还可以扩充短路计算、暂态稳定分析等计算功能。

3) 缩短了软件的开发周期

电力系统分析中将要涉及到大量高维矩阵的运算。Matlab具有强大的矩阵处理和矢量计算功能,而且它的语法规则简单,非常适合电力系统分析计

算。采用 Matlab处理服务器端的计算把原本复杂的编程变得容易,缩短了开发周期。

由于目前 Internet技术中关键的安全问题远未解决,因此本系统存在着一定的安全隐患。随着 Internet技术的不断完善和发展,B/S模式将会更加广泛地应用在电力系统分析软件中。

参考文献:

- [1] Leou Rong-ceng, Chang Ya-chin, Teng Jen-hao A Web-based Power Quality Monitoring System [A]. IEEE Power Engineering Society Summer Meeting 2001.
- [2] Leou Rong-ceng, Gaing Zve-lee A Web-based Load Flow Simulation of Power System [A]. IEEE Power Engineering Society Summer Meeting 2002.
- [3] 郝晓弘,苏渊.基于 Web的变电站远程监控系统[J].电网技术,2003,27(7):32-35.
HAO Xiao-hong, SU Yuan. A Web Based Substation Remote Supervisory Control System [J]. Power System Technology, 2003, 27(7): 32-35.
- [4] 李满朝,等. Visual C# .NET高级编程[M].北京:清华大学出版社,2002.
LI Man-chao, et al. Advanced Programming Visual C# .NET[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2002.

收稿日期: 2004-12-28; 修回日期: 2005-02-04

作者简介:

张节潭(1980-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统最优化; E-mail: zhangjietan1980@163.com

黄志诚(1980-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统最优化;

韦化(1954-),男,博士,教授,博士生导师,主要从事电力系统最优化、状态估计、电压稳定等方面的研究。

Analysis software of electric power system based on B/S mode

ZHANG Jie-tan, HUANG Zhi-cheng, WEI Hua

(College of Electrical Engineering, Guangxi University, Nanning 530004, China)

Abstract: B/S mode is a new-style software design mode. MATLAB is a high-performance language for technical computing. It is significant to design electric power system analysis software combining the B/S mode with MATLAB. In this paper, the structure and theory of the system are expounded and a corresponding method is presented. The B/S structure is built with ASP.NET and C#, the tier of Server data are managed with SQL server database and calculation is accomplished with MATLAB. The software is much easier to maintain and extend, moreover, the exploitation period is shorter.

Key words: B/S; power system analysis; Matlab; SQL Server