

基于 Web 的电力调度信息系统中图像存取方案研究

荣 耀^{1,2}, 王建东², 瞿静文³

(1 南京师范大学 中北学院, 江苏 南京 210046
2 南京航空航天大学 信息科学与技术学院, 江苏 南京 210016
3. 南京电力自动化研究院, 江苏 南京 210003)

[摘要] 为有效地处理电力调度信息系统中图像数据存取问题, 提出将图像转换为二进制流存储于数据库中, 将图像提交到 Web 服务器的文件系统中, 以及使用 XML 文档存储图像 3 种方案, 并分析其各自的优缺点及适用场合. 3 种方案已经成功应用于江苏省电力调度信息系统等大型项目中, 很好地满足了电力企业调度信息系统不同使用场景中对图像数据的存取要求.

[关键词] 电力调度信息系统, 图像存取, 二进制流, 文件系统, XML

[中图分类号] TP39 [文献标识码] A [文章编号] 1672-1292(2008) 03-0050-06

Research of Image Access Solutions in Power Dispatch and Management Information System Based on Web

Rong Yao^{1,2}, Wang Jiandong², Qu Jingwen³

(1 School of ZhongBei Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China
2. College of Information Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China
3. Nanjing Automation Research Institute, Nanjing 210003, China)

Abstract In order to efficiently deal with image access in the power dispatch and management information system, three resolutions are offered, i.e. images are converted to binary stream and stored in a database; image files are submitted to file system in web server; and image data is stored in XML document. The advantages and disadvantages of the three solutions are also analyzed and their applied occasions are given. The three solutions have been successfully applied to several large-scale projects such as DMIS in Jiangsu Province, and varied image access requirements are satisfied.

Key words power dispatch and management information system, image access, binary stream, file system, XML

图像由于其直观形象、内容丰富等特点, 成为企业管理信息系统中重要的数据媒介. 在电力调度信息系统中, 图像信息常涉及设备台帐、故障和缺陷照片, SCADA、EMS 电网接线图, 以及企业员工照片等. 与一般的结构化数据 (如数值、字符串等) 相比, 图像属于非结构化数据, 其存取问题相对复杂, 不同的业务需求和应用场景需要使用不同的图像存取技术. 本文提出 3 种图像存取方案, 涉及的电力调度信息系统项目采用 Oracle 9i 作为后台数据库^[1], Web 应用则采用 Visual Studio 2005 和 ASP.NET 2.0 开发^[2], 系统为三层 B/S 结构^[3].

1 图像数据的存储

1.1 将图像以二进制流的方式存储于数据库中

以 Oracle 数据库为例, 常规的结构化字段类型无法满足图像存储的要求, 需要借助能够保存图形文件的 blob 数据类型^[4]. 以下业务以电力企业员工照片管理为例, 为简化起见, 假定人员表只包含 EMPLOYEE_ID、EMPLOYEE_NAME 以及 blob 类型的 EMPLOYEE_PHOTO 字段. tbID、tbName 以及 fuPhoto 分别为两个 TextBox 和一个 FileUpload 控件, 各用于填写人员的编号、姓名和上传照片. 以下代码可以将图像数据提交至服务端:

```
private OracleConnection connection;
```

收稿日期: 2007-10-16

通讯联系人: 荣 耀, 博士研究生, 讲师, 研究方向: 软件架构和软件工程. E-mail: royao@royabo.com

```

private OracleCommand command;
protected void button1_Click( object sender, EventArgs e)
{
    connection= new OracleConnection( "Data Source= JSDB IS; U ser ID= adm in; Password= adm in; Unicode= True");
    connection.Open();
    string strSQL= " INSERT INTO EMPLOYEES VALUES(: ID, : Name: Photo) ";
    command= new OracleCommand( strSQL, connection);
    command.Parameters.AddWithValueV alue( "ID", tbID.Text.Trim());
    command.Parameters.AddWithValueV alue( "Name", tbName.Text.Trim());
    command.Parameters.AddWithValueV alue( "Photo", fuPhoto.FileBytes);
    command.ExecuteNonQuery();
}

```

.NET框架类库提供了一组用于公开数据访问服务的类,即 ADO.NET^[5],通过其 Connection、Command等核心对象能够建立到数据库的连接并执行 SQL语句,完成将图像数据插入数据库的操作.通过 FileUpload类的 FileBytes属性,能够便捷地获取到上传图像文件的字节数组,而后使用 ADO.NET对象将其存储于数据库中^[6].

1.2 将图像存储至 W eb服务器的文件系统中

将尺寸过大的图像直接存储在数据库中容易导致数据库文件和数据库表空间急剧膨胀,并对系统的整体性能造成不利影响.替代方案是将图像存储在 W eb服务器的文件系统中,同时在数据库表的相应字段中存放该图像的名称,作为对外部图像文件的索引,建立起图像名称和图像实体之间的关联关系.

以电网设备管理为例,在用于存放设备基本信息的数据库表 (EQUIPMENTS)中添加一个 varchar2类型的 EQUIPMENT_PHOTO 字段,供存放设备图片名称使用.为简化起见,假定设备表另外仅包含 EQUIPMENT_ID和 EQUIPMENT_NAME两个字段.tbID、tbName以及 fuPicture分别为两个 TextBox和一个 FileUpload控件,各用于填写设备的编号、名称和上传照片.数据提交代码如下:

```

private OracleConnection connection;
private OracleCommand command;
protected void button1_Click( object sender, EventArgs e)
{
    connection= new OracleConnection( "Data Source= JSDB IS; U ser ID= adm in; Password= adm in; Unicode= True");
    connection.Open();
    string strSQL= " INSERT INTO EQUIPMENTS VALUES(: ID: Name: Photo) ";
    command= new OracleCommand( strSQL, connection);
    command.Parameters.AddWithValueV alue( "ID", tbID.Text.Trim());
    command.Parameters.AddWithValueV alue( "Name", tbName.Text.Trim());
    if ( fuPicture.HasFile)
    {
        string strPath= Server.MapPath( "~/Images/");
        string strGuid= System.Guid.NewGuid().ToString();
        string strPhotoName= strPath+ strGuid+ fuPicture.FileName;
        string strFileName= strPath+ fuPicture.FileName;
        fuPicture.SaveAs( strPhotoName);
        command.Parameters.AddWithValueV alue( "Photo", strGuid+ fuPicture.FileName);
    }
    command.ExecuteNonQuery();
}

```

数据库的连接和执行 SQL语句的方法同前例.为了保证保存上传图像的文件夹内图像名称的唯一性,避免图像文件彼此意外覆盖,在保存之前使用了“GUID(全球唯一标识符)值+文件名”的组合方式为图像重命名.此外,由于 FileUpload可以将任何形式的文件上传至服务器端,因此还需对上传文件的格式

进行必要的限制.

```
bool fileOK= false;
if ( fullPicture HasFile)
{
    string fileExtension= System. IO. Path GeExtension( fullPicture FileName). ToLower( );
    string[] allowedExtensions= { ". jpeg", ". jpg", ". bmp", ". gif", ". png", };
    foreach( string s in allowedExtensions)
        if ( fileExtension== s) fileOK= true;
    if ( fileOK== true)
        //将图像上传至服务器文件系统中,同上例
    else
        Response Write( "< script> alert('文件类型不正确. ')< /script> ");
}
```

在使用 GUID 值保证图像惟一性的同时, 还要注意处理图像文件垃圾问题, 避免因更新或删除数据库表中图像索引记录后, 原有的图像文件 (垃圾) 仍然遗留在文件夹中. 另一方面, 删除时要确保数据库中的图像索引记录未发生任何异常, 再将文件夹中的图像文件删除, 否则可能会破坏图像名称索引和图像实体之间的关联关系, 导致无法正常存取和显示图像.

1.3 使用 XML 文档保存图片

在大型电力调度信息系统中, 网、省、地市、县各级企业的一些关键业务需要进行数据和流程的交互, 例如上级单位下达任务、下级单位上报数据等. 由于各级单位的调度信息系统往往独立设计和实现, 其设计思想、技术路线以及体系结构等存在差异, 数据的存储和传输格式也不尽相同, 传统的数据存储和传输方式难以满足异构系统对数据交换的需求.

XML (EX tensible Markup Language, 可扩展标记语言) 是一种具有高度的自描述性和平台无关性的语言^[7], 作为数据传输和交换标准, 已在 Web 上得到了广泛应用. 利用其作为图像数据的传输与存储媒介, 用户可自定义各种形式的数据规范, 并将之用于统一传输和共享数据的应用中.

以电力设备缺陷管理流程中的设备缺陷图存取为例, 基本思路是, 将上传的图像以流的方式读入然后将其转换为字符串保存到 XML 文档中. 可以借助 .NET 框架类库中的 Stream 类实现这一过程:

```
byte[] photo= new byte[ FileUpload1.PostedFile.ContentLength];
Stream fileStream= FileUpload1.PostedFile.InputStream;
fileStream.Read(photo, 0, FileUpload1.PostedFile.ContentLength);
StringBuilder stringBuilder= new StringBuilder( );
for( int i= 0; i< photo.Length; i++) stringBuilder.Append(( char) photo[i]);
```

其中, StringBuilder 对象中存放的就是从流转换而来的字符串. 然后利用 .NET 提供的 XML 文档处理技术, 将图像数据拼接成 XML 文档形式:

```
string strXML= "< Disfigurement> < /Disfigurement> ";
XmlDocument xmDoc= new XmlDocument( );
xmDoc.LoadXml( strXML);
XmlNode xmNode= xmDoc.DocumentElement;
XmlElement xmElementPhoto= xmDoc.CreateElement( "Photo");
xmElementPhoto.SetAttribute( "name", FileUpload1.FileName);
xmElementPhoto.SetAttribute( "length", FileUpload1.PostedFile.ContentLength.ToString( ));
xmElementPhoto.InnerText= stringBuilder.ToString( );
xmNode.AppendChild( xmElementPhoto);
```

最终得到拥有如下结构的 XML 文档片段:

```
< Disfigurement>
< Photo name= "汤山变_070602.gif" length= "1418">
//二进制流字符串
< /Photo>
```

< /D isfigurement>

< Photo> 节点内的内容就是上传图像的二进制字符串,篇幅所限,在此省略. 这样的文档结构与数据库中的 blob 字段相比,前者对图像信息的描述粒度更细,便于数据的接收者解析和还原图像的内容. 当图像数据被转换为 XML 格式后,即可以在网络上传输,并且供其它系统解析使用.

2 图像数据的显示

将图像存储于不同的媒介中后,还要解决读取图像数据并将其显示在用户界面中的问题. 上述 3 种方案所对应的图像还原技术各不相同.

对于以二进制形式存储在 blob 字段中的图像,可以通过 .NET 类库 System. IO 命名空间提供的类型将二进制数据还原成图像. 新建一个 ShowPhoto. aspx 页面, Page. Load 事件处理程序如下:

```
private OracleConnection connection;
private OracleCommand command;
protected void Page_Load(object sender, EventArgs e)
{
    string strEmployeeID = Request.QueryString["EmployeeID"].ToString();
    connection = new OracleConnection("Data Source= JSDM IS; User ID= admin; Password= admin Unicode= True");
    connection.Open();
    command = new OracleCommand();
    command.CommandText = "SELECT EMPLOYEE_PHOTO FROM EMPLOYEES WHERE EMPLOYEE_ID = ' " + strEmployeeID + "'";
    command.Connection = connection;
    OracleDataReader dataReader = command.ExecuteReader();
    while (dataReader.Read())
    {
        Response.ContentType = "image/jpeg ";
        Response.BinaryWrite((byte[]) dataReader["EMPLOYEE_PHOTO"]);
    }
    Response.End();
    connection.Close();
}
```

在建立与数据源之间的连接后,通过 Command 对象执行 SELECT 语句,将需要检索的员工图像信息存放在 DataReader 对象中. 然后再通过 HttpResponse 对象的 BinaryWrite 方法将检索到的二进制串写入 HTTP 输出流中.

在显示图像的页面中添加一个 Image 控件,用于承载二进制流. 另外放置一个 TextBox 控件,填写要显示图像的员工编号,以及一个 Button 控件,用于提交页面. Button 控件的 Click 事件处理程序如下:

```
protected void button_Click(object sender, EventArgs e)
{
    ImagePhoto.ImageUrl = "ShowPhoto.aspx? EmployeeID = " + TextBox1.Text.Trim();
}
```

页面运行后,在文本框内输入员工编号并点击按钮提交页面,图像即被显示出来. 同时,还可以通过设置 Image 控件的长度和宽度属性限定图像显示的大小. 本例中使用 TextBox 作为检索图像的条件输入方式,在实际应用中可以提供更友好的交互方式,例如与列表、表格或其他数据绑定控件相结合,选择显示员工的照片信息.

与使用二进制流存放图像的形式相比,将图像存放在 Web 服务器文件系统中在显示时要简单得多,只需动态拼接图片的物理路径并赋予 Image 控件的 ImageUrl 属性即可:

/连接数据库操作略

```
connection.Open();
```

```

string strSelect= "SELECT EQUIPMENT_ PHOTO FROM EQUIPMENTS WHERE EQUIPMENT_ ID = ' " + TextBox1.Text
+ "'";
SqlCommand cmd= new SqlCommand(strSelect, connection);
OleDbDataReader reader= cmd.ExecuteReader();
while ( reader.Read() )
{
    ImageL.ImageUrl= "~/Images/" + reader[0].ToString();
}
reader.Close();

```

还原 XML 文档中的图像数据与存储图像是一个逆反过程. 首先使用 XmlDocument 随机层次访问模型取得 Photo 节点的值, 将其转换为二进制流数组^[8], 然后利用 HttpResponseMessage 对象的 BinaryWrite 方法将其写入 HTTP 输出流并显示在页面上:

```

string strPhoto = "";
XmlDocument xmDoc= new XmlDocument();
xmDoc.Load(Server.MapPath("~/Data/Image.xml"));
XmlNodeList xmNodeList= xmDoc.GetElementsByTagName("Photo");
foreach (XmlNode xmNode in xmNodeList) strPhoto= xmNode.InnerText;
byte[] photo= new byte[strPhoto.Length];
for (int i= 0; i < strPhoto.Length; i++) photo[i] = (byte) strPhoto[i];
Response.BinaryWrite(photo).

```

3 3 种方案比较

将图像以二进制流直接存储在数据库中实现了结构化数据和非结构化数据的集中管理, 为数据的备份和维护带来了方便. 这种方式适用于较小图像文件的存取, 过大的图像文件容易加重数据库服务器的相应负担, 在网络环境不理想的情况下会造成页面显示的延迟.

将图像存放于 Web 服务器指定的文件夹中可以减少应用程序对数据库的访问, 从而相应减少存在于 Web 服务器和数据库服务器之间的网络拥塞. 这种方式较适合于管理较大尺寸的图像. 另一方面, 该方案也为应用程序的部署、更新和备份带来了麻烦. 而且图像名称索引和图像文件实体之间关系遭到任何破坏都会造成图片无法正常显示.

使用 XML 处理图像便于图像数据跨系统甚至跨平台传输和交换. 结合利用压缩和加密技术, XML 文档的大小和安全性都得到了保证. 由于 XML 本身也是一种数据存储方式, 因此有时将其用于图像数据的离线存储. 除了可以使用服务端技术解析 XML 文档以外, 图像操作也可以在客户端完成.

对于以上任何一种图像存取方案而言, 在显示图像时都应该注意页面的布局效果. 当图像较小时 (例如人员头像等), 可以考虑使用 GridView 或其它表格形式将图像同其它结构化数据并列显示, 便于用户浏览和操作. 对于设备缺陷图之类的较大的图像, 将其嵌入表格的单元格中显示不仅难以控制页面的布局, 而且大量的图片请求会加重服务器的负担, 容易造成网络拥塞, 降低应用程序的性能. 在实际项目开发中, 可以使用名为“显示图片”之类的链接 (按钮) 取代图像控件, 当用户需要查看某一设备或缺陷的图像时再点击按钮下载显示图像.

4 图像数据的多渠道采集与输入

在电力调度信息系统中, 操作人员除了可以利用用户界面从磁盘上选择图像文件并上传以外, 实时图像采集也是图像数据的一个重要来源. 将视频从前端图像采集设备输出并转为数字信号, 基于 TCP/IP 协议在网络上进行传输, 在电力企业中得到了广泛的应用. 云台镜头就是一个典型的用例, 这种方式通过远程控制将监测到的图像传送到服务器端. GIS 对图像处理的技术也常常运用在电网接线图等方面, 便于将图像抽象为不同的层次, 对每个层次的实体进行访问更新和数据处理^[9]. 这些专用的图像采集和管理系统从严格意义上说不属于电力调度信息系统范畴, 但现实情况是, 现代电力企业调度信息系统对集成度要

求越来越高,往往需要与这些专用系统进行交互,获取包括图像在内的各种数据.对于已经采集和输入到专用系统中的图像数据,可根据实际情况选用上述 3 种方案之一将其获取到管理信息系统中,对于需要直接从采集设备获取的图像,系统应该支持或预留多种图像输入接口,实现图像数据的多渠道采集和输入.

5 结语

本文提出了 3 种图像数据存取方案,包括将图像转换为二进制流存储于数据库中,将图像提交到 Web 服务器文件系统中,以及使用 XML 文档存储图像,它们各有优缺点及适应场景,在实际开发中应根据具体的业务需求采用合适的方案.3 种方案已经应用于包括江苏省电力调度信息系统在内的大型项目中,如员工的电子签名照片采用二进制形式存储在数据库中,设备图片的存储和显示则采用第 2 种方式,XML 图像数据传输技术则广泛应用于数据交换和跨地区工作流中,很好地满足了电力企业中不同应用场景对图像数据的存取需求.

[参考文献] (References)

- [1] 于占福,谭娜,芮小平,等.基于 ASP 和 Oracle 的网络图片数据库的设计与实现 [J]. 计算机应用研究, 2004 10: 254-256
Yu Zhanfu Tan Na Rui Xiaoping et al Design and realization of internet image database based on ASP and oracle [J]. Research of Computer Applications, 2004(10): 254-256 (in Chinese)
- [2] 荣耀,瞿静文. ASP.NET 2.0 实战起步 [M]. 北京:机械工业出版社, 2007.
Rong Yao Qu Jingwen Practical ASP.NET 2.0 [M]. Beijing China Machine Press, 2007. (in Chinese)
- [3] 荣耀,李昕.企业级 AJAX 框架设计与实现 [J]. 南京师范大学学报:工程技术版, 2007, 7(3): 64-69
Rong Yao Li Xin Design and implementation of enterprise AJAX framework [J]. Journal of Nanjing Normal University: Engineering and Technology Edition, 2007, 7(3): 64-69. (in Chinese)
- [4] 李用江.基于 ADO.NET 的多媒体数据库存取技术的研究 [J]. 计算机应用, 2003(11): 149-152
Li Yongjiang Study on access technology of the multimedia database based on ADO.NET [J]. Computer Applications, 2003 (11): 149-152 (in Chinese)
- [5] David Chappell .NET 大局观 [M]. 2 版. 荣耀,译. 北京:电子工业出版社, 2006
David Chapell Understanding NET [M]. 2nd ed Rong Yao Translated Beijing Electronics Industry Press, 2006 (in Chinese)
- [6] 颜波,孙宏波,杨融菲,等.基于 ASP.NET 和 Oracle 数据库的图片上传和查看 [J]. 计算机工程, 2005(12): 207-209
Yan Bo Sun Hongbo Yang Rongfei et al Uploading and browsing images based on ASP.NET and oracle database [J]. Computer Engineering, 2005(12): 207-209. (in Chinese)
- [7] 施伟斌,孙未未,施伯乐. XML 数据的结构化处理方法 [J]. 计算机研究与发展, 2002, 7(39): 819-826
Shi Weibin Sun Weiwei Shi Baile A method for structurization of XML data [J]. Journal of Computer Research and Development, 2002, 7(39): 819-826 (in Chinese)
- [8] 张健.基于 XML 与 ASP.NET 的图片管理技术 [J]. 现代图书情报技术, 2005(4): 83-85
Zhang Jian Techniques for managing pictures based on XML and ASP.NET [J]. New Technology of Library and Information Service, 2005(4): 83-85. (in Chinese)
- [9] 欧阳小兵. GIS 中数字图像处理的研究 [J]. 计算机工程, 2004(12): 354-355
Ouyang Xiaobing Research of digital image processing in GIS [J]. Computer Engineering, 2004(12): 354-355. (in Chinese)

[责任编辑:严海琳]