

基于 DWF, NURBS 和 JNI 的船舶数据可视化

马宝¹, 刘渊¹, 冷文浩²

(1. 江南大学信息工程学院, 无锡 214122; 2. 中国船舶科学研究中心, 无锡 214082)

摘要 阐述了在自行开发的船舶技术性能数据库系统中, 为了对船舶数据进行可视化, 引入新技术 Autodesk DWF 和经典曲线算法 NURBS 开发 3D 船舶图形, 应用 JNI 技术实现图形在 Web 系统中的集成, 采用了文件、数据库之间的交互技术对数据进行处理。各种方法的结合实现了 DWF 文件格式图形在 Web 信息系统中的可视化。

关键词: Autodesk DWF 技术; 3D 图形; 可视化; NURBS 算法

Ship Data Visualization Based on DWF, NURBS and JNI

MA Bao¹, LIU Yuan¹, LENG Wen-hao²

(1. School of Information Technology, Southern Yangtze University, Wuxi 214122; 2. China Ship Scientific Research Center, Wuxi 214082)

【Abstract】 This paper offers an exposition of the design and implementation of the self-developed database of ship technology and capability, in order to actualize the visualization of ship data. The new technology of Autodesk DWF and the NURBS arithmetic about curve is imported to empolder 3D ship figure. JNI technology is applied to actualize the integration of figure in the system. The technology of communion between files and database is used to dispose figure data. The combination of the whole bag of tricks actualizes the visualization of DWF file format figure in the WEB information system.

【Key words】 Autodesk DWF; 3D figure; visualization; NURBS arithmetic

1 概述

随着计算机信息技术的迅猛发展和 Web 信息系统的广泛应用, 企业应用的信息化和网络化成为当前的一个趋势。这个趋势也对数据的可视化提出了更高的要求。

船舶行业传统的图形生成方案已经满足不了当前的科研、工作和船舶设计、制造业的需要, 为了解决当前存在的这些问题, 引入了新的图形开发工具: Autodesk Design Web Format(DWF)不同于由 AutoCAD 直接生成的 DWF。

DWF 是专为设计人员共享工程设计数据而开发的一种开放式安全文件格式。DWF 文件高度压缩, 传输速度更快, 可用于交流丰富的设计数据, 而无需一般 CAD 图形相关的网络开销。

归结起来, DWF 文件格式安全性高, 体积小, 适合在网络中进行传输。

2 DWF 图形模块的结构设计

图形所在模块总体分为 3 层结构, 其结构设计见图 1。结合图 1、图 2, 针对 DWF 文件在网络上的浏览方式以及用户的实际需求, 由标识为拥有权限的用户对图形进行浏览和查看。

用户登录以后, 输入自己想要查询的船舶的编号, 通过 JSP 页面进行提交, 系统响应请求, 把信息传递给 Web 服务器中的命令解析模块, 经过审核, 确定该用户是否具有查看 DWF 图形的权限, 并对用户提交的信息进行解释和进一步的整合和加工, 把用户的要求传递给应用服务器中的应用模块, 应用模块响应相应的处理消息, 调用图形处理模块对图形进行处理, 从数据库中读取数据。

如果此船舶提供 DWF 图形, 则会有一个标记提示有或者无。如有图形可以显示, 则继续进行操作, 生成图片并返回正确的结果, 并提供 Autodesk DWF Viewer 插件的下载, 以显示船舶线型图。

同时对一些特权用户提供对应船舶数据的下载, 以满足科研、船舶设计和船舶制造的需要。如没有图形则返回船舶数据信息给用户。

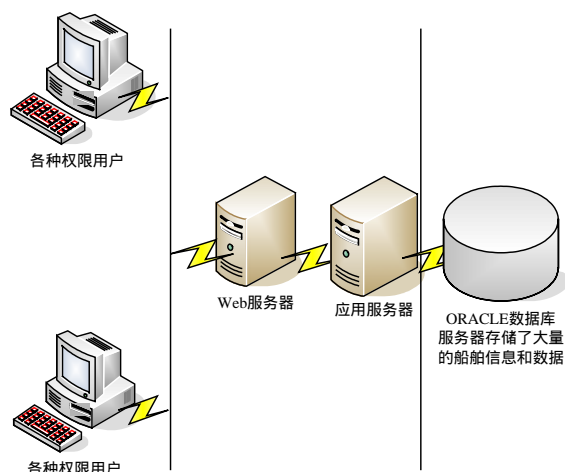


图 1 图形模块结构

作者简介: 马宝(1985 -), 男, 硕士研究生, 主研方向: 船舶信息系统的研究与设计; 刘渊, 教授; 冷文浩, 研究员、博士生导师
收稿日期: 2007-12-14 **E-mail**: mabao214@yahoo.com.cn

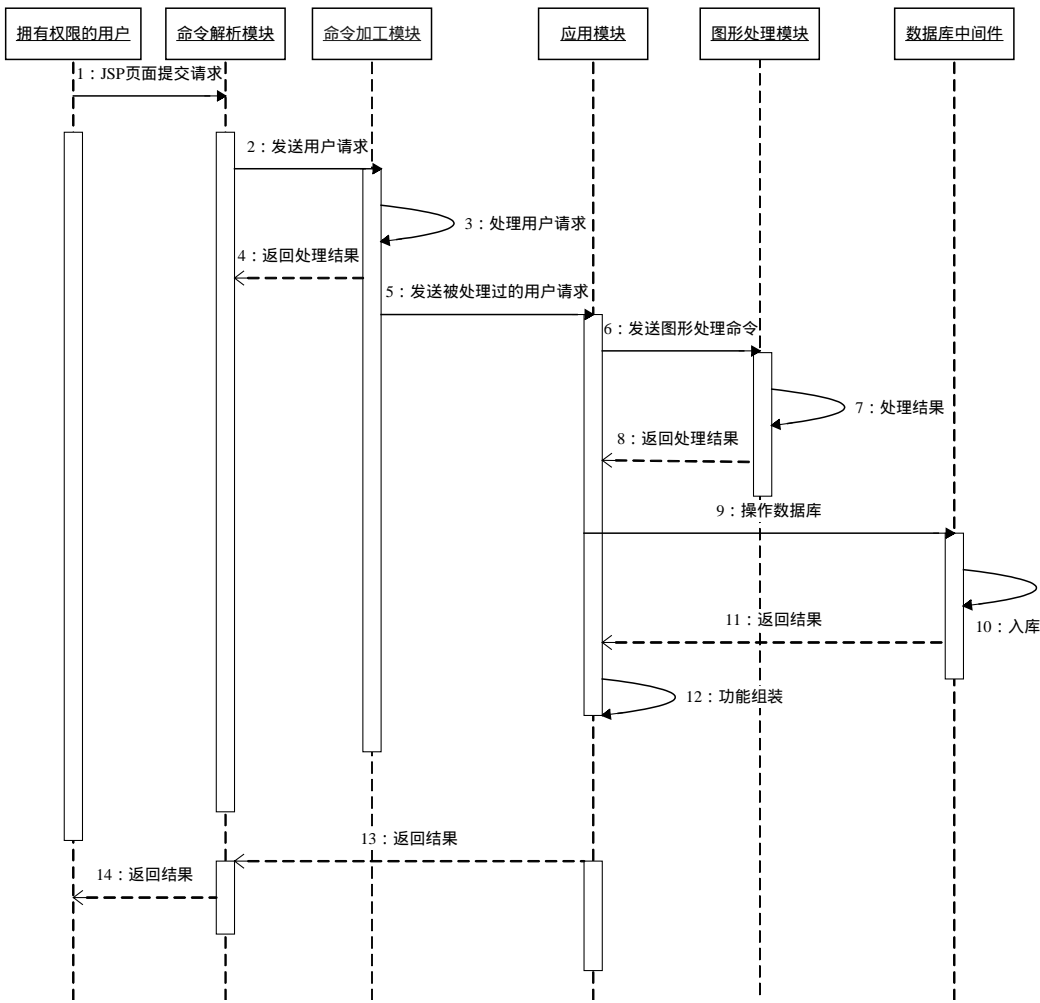


图 2 图形模块作用序列图

3 图形集成的具体实现

3.1 数据的取得

系统需要提供数据文件的下载。同时利用文件与数据库之间进行交互，减少对数据的多次存取和对数据库的操作，可以减轻服务器端的负担。在这里利用 Excel 和数据库之间的交互来操作数据。

在 SSH 框架的 Action 类中，利用 Java POI 生成一个 Excel 文件，关键代码如下：

```
HSSFWorkbook wb = new HSSFWorkbook();//创建文件
HSSFSheet sheet = wb.createSheet();//创建工作表
HSSFRow row = sheet.createRow( (short) 0); //创建行
HSSFCell cell = row.createCell( (short) 0); //创建单元格
cell.setCellValue("NO");
cell.setEncoding(HSSFCell.ENCODING_UTF_16);
//解决乱码问题
```

通过 DAO 对数据库进行操作，取得数据库中的数据，放入 List 类型的变量 list 中，取得 list 的长度 list.size()，通过一个 for 循环把数据写到 Excel 文件中，如下：

```
for(int i = 0;i<list.size();i++)
{
    row = sheet.createRow((short)(i+1));
    HSSFCell cell = row.createCell((short)2);
    String h = (String)list.get(i); //按序取数据
    cell.setEncoding(cell.ENCODING_UTF_16);
```

```
//解决乱码,设
//置字符集
cell.setCellValue(h); //把获得的数据写
//进单元格}
最后通过文件输
出流输出文件到指定
位置,指定文件的格
式为“CSV”格式。
FileOutputStream
fileOut = new FileOutpu
Stream ("D: /workbook.
csv");
```

应用绝对路径的方法把文件存到指定的地方(以 D 盘的根目录为例)，以便于 VC 图形程序的读取。把数据按列或者是按行写到 Excel 文件中去，在这里是按列取出数据。因为在系统对文件存放位置进行了设定，为了防止不同用户产生的 Excel 文件之间出现互相覆盖的问题，利用不同用户的登录时间和账户名称来标示各个用户的 Excel 文件，就不会出现文件之间的覆盖问题。当判断用户已经

从文件中读取了数据生成 DWF 图形以后，就可以对该用户文件的数据内容进行清空，不进行删除，一方面是减少数据量，另一方面是供用户再次读取数据之用，不用再进行文件的生成，只需判断文件名是否存在。当用户退出系统后，删除其读取数据时生成的文件。

3.2 图形的生成

(1) 算法的完善和实现

1) NURBS 算法

一条 k 次 NURBS 算法^[1]曲线定义为

$$p(u) = \frac{\sum_{i=0}^n \omega d_i N_{i,k}(u)}{\sum_{i=0}^n \omega N_{i,k}(u)}$$

其中， $\omega_i (i=0,1,\dots,n)$ 为权因子， $\omega_0 > 0, \omega_n > 0, \omega_i = 0$ ，用来防止分母为 0； $d_i (i=0,1,\dots,n)$ 为控制顶点，顺序连成控制多边形； $N_{i,k}(u)$ 是由节点矢量 $U=[u_0, u_1, \dots, u_{n+k+1}]$ 决定的 k 次规范 B 样条基函数。

2) 对曲线进行升阶

升阶技术^[1]是 NURBS 造型方法配套技术中的另一项重要技术。在复杂 NURBS 组合曲线的设计、拟合中，在构造各种 NURBS 高级曲面以及在 NURBS 曲线曲面的可控修形等各种操作中，经常要将表示直线、圆弧、圆的一次、二次 NURBS 曲线转化为 3 次或更高次的 NURBS 曲线。升阶可以增加

NURBS曲线曲面的柔性,因为通过升阶,增加该控制顶点数,也就增加了曲线曲面的自由度,但不会降低曲线曲面的连续性。将k阶B样条曲线升阶为k+1阶B样条曲线,新的控制顶点 \bar{d}_i 的计算公式如下:

$$\bar{d}_i = \frac{1}{k+1} \sum_{j=0}^n d_j A_j^k(i), i=0,1,\dots,n+1$$

其中, A_j^k 由下列递推公式给出:

$$\alpha_j^0 = A_j^0 = \begin{cases} 1 & u_j = u_i \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

$$\alpha_j^k = \frac{u_{i+k} - u_i}{u_{j+k} - u_j} \alpha_j^{k-1}(i) + \frac{u_{i+k+1} - u_{i+k}}{u_{i+k+1} - u_{j+1}} \alpha_{j+1}^{k-1},$$

$$A_j^k(i) = \frac{u_{i+k+1} - u_j}{u_{j+k} - u_j} A_j^{k-1}(i) + \frac{u_{j+k+1} - u_{i+k+1}}{u_{j+k+1} - u_{j+1}} A_{j+1}^{k-1} + \alpha_j^k(i)$$

3) 曲线的插值

升阶完成以后,就可以对曲线进行插值。利用型值点与控制点之间的对应关系,建立方程组(省略),解出全部控制顶点 $d_i (i=0, 1, \dots, n+2)$,从而求得 $n+1$ 个型值点 $p_i (i=0, 1, \dots, n)$ 的3次NURBS曲线。注意对边界条件的处理,这个对图形形状有很大的影响。

(2)利用功能函数,第1个是字符串拆分函数 SplitString,因为读取的是 Excel 的 CSV(逗号分隔文件)文件,需要以逗号为分割,取出2个逗号之间的数据。此函数被文件处理函数调用,进行文件处理。另外一个函数是 Calc_ControlPoints,调用算法求控制点,并为控制点赋值。读取数据后,就可以根据船舶的型值点利用 Calc_ControlPoints 计算出控制点,然后再根据控制点画出对应的曲线。Calc_ControlPoints 被图形的整体建模函数调用,用于图形的整体建模。

(3)入口函数对文件处理函数和图形整体建模函数进行调用,对两者加以整合,就可以生成预期的图形。

图3是利用NURBS算法和Autodesk DWF画的船尾部的横剖线图,曲线清晰而且平滑。

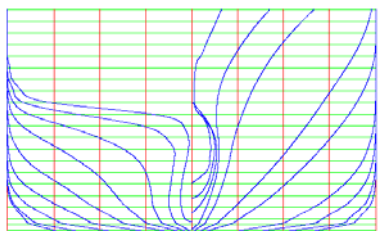


图3 船尾部横剖线图

3.3 JNI 技术的引入和应用

项目中 JNI 技术的应用实现框图如图4所示。

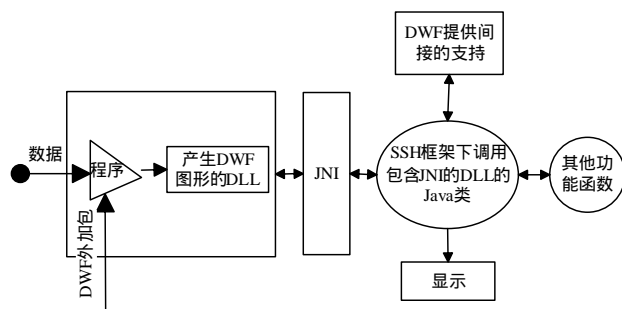


图4 JNI 实现框图

由于系统是利用Java开发的Web信息系统^[2],通过网络在

客户端显示船舶性能曲线以及船型型线的三维图片对图片显示的精确度要求很高。而图片生成是Java开发的不足之处,特别是图片显示的效果、精度都不够。综合系统的要求,引入了JNI技术,在Java程序中调用VC++环境下开发的DWF图形。在发挥Java语言Web服务端跨平台性的同时利用C++语言的高效性与DWF数据量小、安全性高的结合。

(1)在J2EE平台下编写一个加载DLL的类W3D,代码如下:

```
package cssrc;
public class W3D {
public native int DrawW3D();
static{ System.loadLibrary("W3D");
}
}
```

此类与普通类的区别在于方法声明的时候添加 native 来和一般的方法区分,方法的具体实现则是在动态库内部。

(2)上一步生成的只是SSH框架下的Java类,要想与VC平台进行平台之间的信息通信,必须在两者之间建立一个“桥梁”,把Java的信息注入到VC的DLL中去,这个由DOC环境来完成。把W3D类编译成VC的.h文件,执行 javac -d W3D.java,生成.class文件,再执行 javah cssrc.W3D,生成的.h文件和函数都带上W3D类所在的包的完整名称。

(3)完成平台之间的通信,需要提供包含JNI元素的DLL以实现调用生成图形。图形是直接VC.NET环境下开发的,只需对VC和Java之间的数据类型进行转换,对程序只需要进行一次DLL的封装就可以。需要DWF库的支持。

新建DLL工程,把图形的工程文件以及生成的Java类头文件放到DLL工程中去,加载用到的外部DWF开发包。把原图形的入口函数作为DLL的入口函数,名称需与W3D类头文件中的函数名一致。这样就实现了平台之间的通信和数据类型的转换。配置环境,编译,就生成了需要的DLL文件。对于DLL的调用,一是把DLL放到系统的system32文件夹下面,利用默认的系统变量直接调用,另一种途径就是把DLL存放到指定的位置,需要把DLL所在位置的路径配置到用户环境变量。

系统提供了自动下载Autodesk DWF Viewer插件的功能^[3]。利用Autodesk DWF Viewer在网页中直接打开图形。图形3D效果图如图5所示。

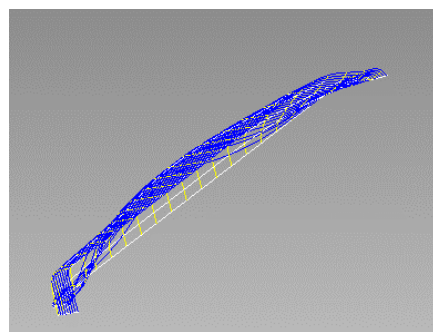


图5 3D型线图

4 结束语

本文利用DWF开发工具包结合VC.NET平台,成功实现了数据的DWF化。用实例详细描述了利用JNI技术把DWF格式的3D船舶型线图集成到Web系统中的过程,很好地利用了Web系统中Java语言的跨平台性和DWF文件格式的优

(下转第275页)