

# 基于 Java3D 实现虚拟装配的软件开发

李 云 (长沙航空职业技术学院 410124)

朱 理 (长沙湖南大学软件学院 410082)

**摘要:**本文提出了在 JDBC 数据库基础上构建 B/S 模式的虚拟装配软件,分析了 VRML 模型的数据特征并给出了模型的数据存储格式,对客户端 Applet 与服务器 JDBC 数据库的通信方式的实现进行了研究,利用 JAVA3D 工具,实现了模型的运动和干涉碰撞检测。

**关键词:**虚拟装配 碰撞检测 JDBC 包围盒

## 1 引言

分布式虚拟现实技术提供了多用户环境下的虚拟制造和虚拟装配的交互环境,是单机虚拟现实技术在网络技术及分布式技术上的扩展。在网络环境中的各个用户既可以实时浏览 CAD 模型,又可以进行交互操作<sup>[1]</sup>。通常 CAD 模型只适合在固定的软件环境中浏览,不方便设计人员的异地交流和修改。同时,由于

可以直接浏览和操作虚拟装配模型,达到远程交流和修改设计方案的目的。

## 2 系统实现

首先将 CAD 模型数据存储在服务器的数据库中,在客户端取出模型数据并使用 JAVA3D 工具转换成虚拟装配模型,实现模型的运动和干涉碰撞检测。

### 2.1 系统结构

如图 1 所示,系统采用 Browse/Server 的结构模式,在客户端进行 CAD 初始建模,形成 VRML 文件,用 JAVA 应用程序将 CAD 模型数据和装配数据存储于资源数据库中。浏览时打开服务器端的 html 文件,html 与 JAVA 小程序相结合,JAVA 小程序通过 Socket 与服务器建立通信,由 Server Socket 通过 JDBC 从数据库取得数据,通过 Socket 端口传输到客户端,客户端借助 JAVA3D 类库,使用这些数据,重建虚拟装配的三维场景,并产生每个模型的碰撞行为、拾取行为和运动行为,形成虚拟装配平台。

### 2.2 零件数据的存储

要在浏览器中重建虚拟装配模型,必须将 CAD 软件产生的零部件信息和装配信息导出为通用的数据,才能适用于网络传输,建立跨系统的虚拟装配。CAD 模型的数据描述非常精确,其表面由 NURBS 和 Spline 曲线定义,实时交互的渲染量相当大。目前,许多 CAD 系统都支持 VRML 格式的输出。VRML 是一种标记性的语言,具有一定的通用性,它采用多边形来描述模型

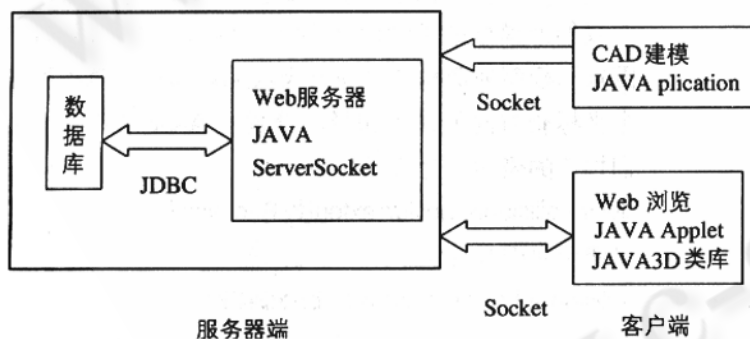


图 1 系统结构

CAD 模型描述较复杂,不适合在网络上传输。为此,本文提出了一种建立在数据库基础上的分布式虚拟装配的软件系统,该系统基于 Browser/Server 模式,从服务器端传输三维图像的生成数据,由客户端 Java3D 运行环境解释执行,因此大大减少了网络传输的数据量,实现多用户访问。

Sun 公司开发的 JAVA3D 类库,扩展了 JAVA 的三维图形处理功能,并能和 JAVA 语言很好结合。利用 JAVA Applet 小程序在 html 文件中的嵌入运行,客户端

表面,大大减少了模型的数据量。我们可以根据 VRML 的模型描述方法来建立 CAD 模型数据的存储结构。

装配体的数据表结构包含构成装配体的零件个体信息、坐标位置和各个坐标轴的相对旋转角度和零件的旋转角度。零件的数据表结构包含多边形的点的坐标位置,构成多边形的点的指针值。我们用 pro/e 系统完成零件的建模工作并以 VRML 格式输出,通过分析 VRML 文件格式得到装配数据和零件数据。

装配体的数据表结构:

id	零部件编号	tz	Z 轴向位移
pid	零件号	rx	X 轴向旋转
pname	零件名称	ry	Y 轴向旋转
tx	X 轴向位移	rz	Z 轴向旋转
ty	Y 轴向位移	rangle	旋转角度

零件顶点数据表结构:

pid	零件编号	y	顶点的 y 坐标
pointid	顶点序号	z	顶点的 z 坐标
x	顶点的 x 坐标		

零件顶点指针数据表结构:

pid	零件编号
fid	三角面序号
//构成三角面的三个顶点指针	
point1	三角面的第 1 点
point2	三角面的第 2 点
point3	三角面的第 3 点

## 2.3 虚拟装配可视化及运动实现

数据模型的 Web 显示可以有两种方式:

(1) 采用嵌入 JAVA 小程序的 html 文件,利用 JAVA3D 的类库直接生成虚拟的三维模型,在浏览器中显示。这种方式可以直接使用 JAVA3D 的行为类和碰撞类进行干涉碰撞检测,同时可以使用各种内插器控制模型的运动。

(2) 安装支持 VRML 的浏览器和播放器,直接在浏览器中显示 VRML 模型,JAVA 通过 EAI 控制模型的各个节点的位置和运动。由于 VRML 没有物体间碰撞传感器节点,零件的干涉检查要借助第三方工具类库的支持,例如 ParallelGraphics 公司的 Cortona 加入了 Collidee 函数支持对象间的碰撞检测<sup>[2]</sup>。

我们采用第一种方式建立虚拟装配的仿真平台。由于 JAVA 小程序具有安全性,不能直接从服务器上获取数据库的数据,因此必须在数据库和最终的 WEB

Browser 客户端之间建立 Web 服务层,以实现数据库操作和 WEB 服务,同时也便于数据库的安全控制。我们提出了一种 Internet 数据库应用程序开发的通用结构:APPLET - SERVLET - DBMS 结构,数据库和 Web 服务器用 JDBC 建立数据库连接,Web Browser 和 Web 服务器用 Socket 建立连接。

JAVA3D 提供了构建虚拟场景的工具类,用 CAD 模型数据与 JAVA 的 TriangleArray 类创建三角片,这些小三角片组合起来,就形成零件模型,把每个零件模型添加为独立的 TransformGroup,并根据其位置,和旋转角度的值设置 TransformGroup 的 translation 和 rotation 属性,最后把所有 TransformGroup 添加到 JAVA 的 BranchGroup 中,建立 JAVA 的虚拟场景。

零件的运动利用 java 的各种内插器类实现,也可以自定义扩展的行为类实现零件的交互式运动。

## 2.4 碰撞检测

干涉碰撞检查是虚拟装配的核心技术,我们采用包围盒和零件表面的两种干涉碰撞检测方法<sup>[3]</sup>,应用 JAVA3D 的 WakeupOnCollisionEntry, WakeupOnCollisionExit? 类检测模型产生碰撞和退出碰撞的行为。为此我们为模型的 TransformGroup 构造包围盒,并为包围盒和模型外形构造碰撞行为实例。通过计算模型三个坐标轴方向的最大和最小值建立 AABB 包围盒。我们构造的碰撞行为代码如下:

```
class collisionBehavior extends Behavior {
//使用包围盒检测
collisionBehavior( BoxNode bnode ) {
entry = new WakeupOnCollisionEntry( transformGroup );
exit = new WakeupOnCollisionExit( transformGroup );
//设置 TransformGroup 的碰撞边界为包围盒
transformGroup. setCollisionBounds ( new BoundingBox
( new Point3d( boxnode. xmin,
boxnode. ymin, boxnode. zmin ), newPoint3d ( box-
node. xmax, boxnode. ymax, boxnode. zmax ) ) ); }
//使用零件几何表面 Shape3D 对象检测
collisionBehavior( Shape3D shape ) {
entry = new WakeupOnCollisionEntry ( shapenode.
shape3d, USE_GEOMETRY );
exit = new WakeupOnCollisionExit ( shapenode.
shape3d, USE_GEOMETRY ); } }
```

### 3 应用实例

我们以传动部件万向联轴器为实验模型,万向联轴器由轴叉和十字轴构成可动的铰链结构,如图 2 所示。用 Pro/e 进行产品建模和装配,生成静态装配的 VRML 文件,由 JAVA 应用程序分析后保存在后台数据库,服务器端启动 ServerSocket,并监听客户端的连接。客户端打开服务器上的网页,由嵌入在该网页中的 JAVA 小程序打开一个 Socket 连接服务器端。监听到一个客户端后,服务器连接数据库,把数据传输到客户端,客户端使用 JAVA3D 类形成三维仿真模型。同时为节叉零件添加 RotationInterpolator 内插器和碰撞行为,检测两个轴叉旋转时是否产生干涉碰撞现象。用户可以使用鼠标的左、中、右三键分别旋转、缩放和移动零部件;或者通过输入位移和旋转轴及角度的值改变零件的位置和角度实现虚拟装配。

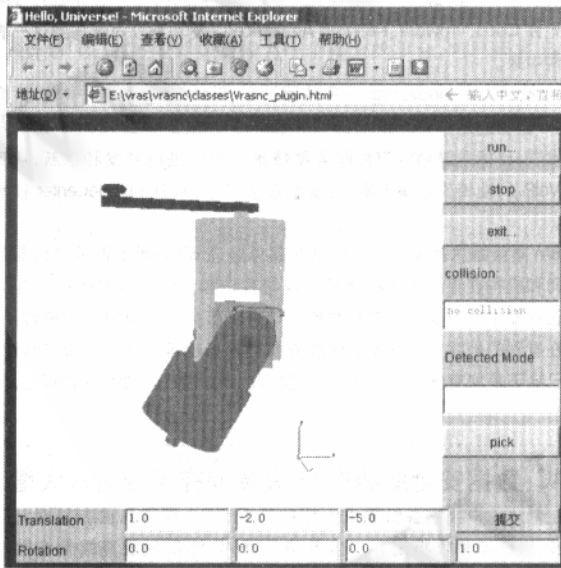


图 2 万向联轴器碰撞检测

### 4 结论

协同式虚拟装配是一个集几何建模、网络通信和复杂计算的复杂系统,数据库应能存储更丰富的 CAD 模型的信息和装配关系,并根据装配关系实现运动,排除装配的正常干涉碰撞。

本文讨论了在 CAD 模型以数据方式存储和传输的基础上,用 JAVA 实现分布虚拟装配的软件系统,大大减

少了网络数据的传输量,并充分利用了 JAVA3D 工具类库对模型进行控制。该系统结构和数据存储方式也适合类似 Applet 与 JDBC 相结合的可视化工程应用。

#### 参考文献

- 1 陈定方、罗亚波,虚拟设计[M],机械工业出版社,2002。
- 2 Object - To - Object Collision Detection Interface  
<http://www.parallelgraphics.com/developer/products/cortona/extensions/collision>
- 3 张林金宣、童秉枢,并行工程中装配仿真系统及其关键技术研究[J],计算机辅助设计与图形学学报,1999,11(2):163-167。
- 4 JAVA 3D API.  
[http://java.sun.com/products/java-media/3D/forDevelopers/J3D\\_1\\_3\\_API/j3dapi/index.html](http://java.sun.com/products/java-media/3D/forDevelopers/J3D_1_3_API/j3dapi/index.html)
- 5 莫蓉、何卫平、杨彭基,碰撞检测与干涉检测方法研究[J],西北工业大学学报,1997,8(3):365-371。
- 6 李敏、丁友东,JAVA 图形与动画编程实践[M],清华大学出版社,2003。