



WebGIS 及三维可视化技术在铜川新区供水管网中的应用研究

张 雄 党志良 张贤洪 李冬梅

(西安理工大学水利水电学院, 西安 710048)

摘要 分析了当前供水管网管理信息系统中存在的两个主要问题——系统结构的不合理以及管网信息二维显示的局限性,为此就铜川新区的供水管网管理提出了一套基于 WebGIS 和三维可视化技术的解决方案,系统结构采用 B/S 模式,并利用 MapXtreme 实现了网络化,利用 OpenGL 技术实现了三维可视化。

关键词 WebGIS 三维可视化 MapXtreme OpenGL 铜川新区

Applied research of WebGIS and 3D Visualization for water supplying network management in the new development area in Tongchuan City

Zhang Xiong, Dang Zhi-liang, Zhang Xian-hong, Li Dong-mei

(Institute of Water Resources and Hydro-Electric Engineering,
Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China)

Abstract: This paper discusses two critical problems in the information management system of the water supply network system: the unreasonableness of the system structure and the limitation of 2D display of network information. So a WebGIS and 3D Visualization based plan with B/S model of system structure was suggested for water network management at the new development area in Tongchuan City. This plan was network interfaced via MapXtreme and the 3D Visualization was displayed by OpenGL.

Keywords: WebGIS; 3D Visualization; MapXtreme; OpenGL; New development area in Tongchuan City

目前不少供水企业建设了基于 GIS 的供水管网信息系统,这些系统除满足 GIS 的基本功能外,一般还具有供水管网管理的专业功能(如水压分析、爆管分析等),提高了管理和维护的效率^[1,2]。但是,供水管网信息系统主要还存在两个方面的问题:

第一,供水管网信息系统一般是单机版或是基于 C/S 网络模式运行的。由于系统采用了独立的设计,功能类似的模块往往被重复建设,造成投资浪费;不同系统之间无法共享数据,使得决策和管理都很困难,信息系统没有得到有效利用。

第二,供水管网信息系统将实际的管网水压面、管网结构等三维事物采用二维的方式表示,不仅难于理解,具有较大的局限性,而且大量的多维数据信

息无法得到充分有效的利用。

为此,笔者在做铜川新区的供水管网管理系统时,利用 WebGIS 技术实现了系统的网络化。同时,利用可视化技术实现供水管网信息系统中的地面、水压面、水质面和管网结构等的三维显示。

1 系统建设

1.1 系统体系结构

随着 Internet 的快速发展,基于供水管网管理业务发展需要和系统前瞻性的设计思路,系统采用通用的 B/S 结构。这种结构以简单易用的浏览器作为客户端运行平台,网络应用则放在 Web 服务器上,应用程序的开发、维护和更新放在中间层的应用服务器上,而将数据库的管理和维护放在数据库服务



器上。客户端只是提出请求,所有的响应都在服务器端完成,系统维护只需在服务器端进行,客户端无须任何维护,这样就可大大降低系统维护的工作量。

1.2 平台设计

在客户端通过编写 VB Script 脚本语言,把用户在客户端的操作和参数进行编码,并提交给服务器端;用 VB Script 脚本语言接收服务器处理后传回来的结果且进行解析,并控制在界面上相应的显示区域进行显示。

在服务器端通过编写 ASP (Active Server Pages) 的默认脚本语言 VB Script 来实现网络应用,中间层主要由 MapXtreme for NT 及 IIS 实现,数据库采用 MS SQL Server 2000。MapXtreme for NT 是 MapInfo 公司用于 Internet 和 Intranet 的应用服务器产品,所提供的强大功能使系统在 Internet/ Intranet 上的应用更具效率,而且采用 MapXtreme for NT 作为 GIS 应用服务器,开发人员能够集中地控制和维护地图和数据库数据,并集中实现应用程序功能,避免了以往的系统维护、同步困难的问题^[3];MS SQL Server 2000 支持多服务器、数据分布、共享存储、SQL 访问、权限管理、开放式的用户界面开发工具等,其任务是接受服务器对数据库操作的请求。

1.3 工作流程

用户通过浏览器访问数据时,用户的请求就会传给 Web 服务器,Web 服务器接受用户的 HTTP 请求,然后根据用户的不同请求,将参数传递给 MapXtreme,MapXtreme 应用程序从数据库中调用相应数据,再将数据传回给 Web 服务器,最后 Web 服务器把结果嵌入 HTML 页面中,显示在用户的浏览器中(见图 1)。

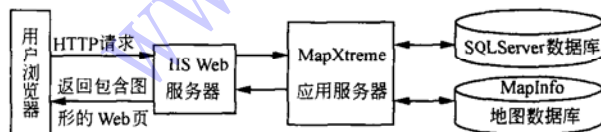


图 1 系统工作流程

2 三维可视化

本系统的二维可视化功能是通过服务器端的 MapXtreme for NT 实现的,三维可视化则是通过在 ASP 文件中调用自制的 ActiveX 服务器组件

(Active Server Components) 来实现的。按照三维可视化 ActiveX 服务器组件的不同实现方法,又可分为地面、水压面和水质面的三维可视化以及供水管网管线三维可视化两个方面。

2.1 地面、水压面和水质面的三维可视化

2.1.1 三维数据模型

地面、水压面和水质面的三维可视化主要以高质量的数字高程模型 DEM (Digital Elevation Model) 和高逼真度的三维显示技术为基础,其中 DEM 的质量对三维可视化的效果有着不容忽视的影响,而影响 DEM 质量的关键是生成 DEM 的算法。

经由数据预处理得到的对象地面高程、水压计算值和水质计算值以及对应的平面坐标就构成了各自的三维空间散点数据。通过散点数据建立三维数据模型主要有两种方式:一种是通过数据的内插建立规则格网模型(Grid);另一种就是直接由原始数据按一定规则连接,建立不规则三角网模型(TIN)。第一种方式中的关键技术是内插。内插方法的选取及其数据点的多少,分布状况等对结果的影响较大,容易失真。而不规则三角网 TIN 在同样的数据条件下,达到同等内插精度时,该类数学模型所需的原始数据点的量远少于其他类型数模所需的点数,而且能够很好地保持原始数据点的精度。如果从显示的角度来看,大多数图形显示硬件都针对三角形进行了特殊优化,显示速度只与三角形的数量有关,较少的数据点可以大大提高显示的速度。同时,用不规则三角网表达三维面是用许多三角面逼近,在可视化表现中,较易实现拼接,消隐和求交等操作。考虑到模型的精度,可视化效果和操作等,在此次应用中采用不规则三角网模型。

生成三角网的关键是构网技术,目前最优的三角网构网原则是 Delaunay 构网原则。Delaunay 算法主要分为两步:首先要生成一个包括所有离散数据点的凸壳;再利用该凸壳生成一个初始的三角网,并在此基础之上,逐个加入其它离散点,生成最终的三角网。凸壳的生成常采用格雷厄姆算法,该算法是求解平面点集凸壳问题的最佳算法,算法复杂度为 $O(n \cdot \log n)$ 。对于三角网上加入其他数据点的算法一般采用的是基于 Bowyer-Watson 算法的思想,该算法能很好地生成符合 Delaunay 法则的三角



网,也就是我们在可视化时需要的 TIN 模型。

2.1.2 地面、水压面和水质面三维可视化的实现

由于系统的二维功能是由 MapXtreme for NT 实现的,其二维属性数据存储在 MS SQL Server 2000 中,可在原有的属性数据库中加入三个字段,分别存储每个对象的地面高程、水压计算值和水质计算值。在进行三维地面、水压面和水质面绘制时,通过调用 MapXtreme 的 searchAtPoint 函数,返回对象的所有属性数据,然后在属性数据文件中找到对象的相应三维空间数据,再通过 Delaunay 算法生成不规则三角网,最后调用 OpenGL 图形库函数,进行三维图形的绘制。此次笔者在 VC++ 6.0 环境下,通过调用 OpenGL 的图形库函数以及建立 MS SQL Server 2000 数据库数据,开发了地面、水压面和水质面的三维可视化 ActiveX 服务器组件,实现了 3D 建模、数据转换、3D 显示等功能。三维面的绘制主要分为四步:

(1) 建立基于 OpenGL 的图形编程环境。要建立基于 OpenGL 的图形编程环境又可分为五个步骤:设置必要的编译连接环境;设置像素格式;创建着色描述表;创建物体的观察场景;在视类的 OnDraw 成员函数中为绘制物体做最后的准备。

(2) 保存三角面片的顶点序号和所有顶点属性的信息。这一步主要目的是为函数 glDraw Elements 提供必要的绘图信息。

(3) 进行图形属性和参数的设定。由于采用 glDraw Elements 绘制三维面时,只是以三角片为单位生成线框图,所以还应定义物体的材质、颜色和环境光照,从而利用已求得的等值面各顶点的法向量,通过光照计算最终确定物体所显示的颜色,以获得真实感效果。为了使水压和水质数据三维面便于观察与决策,应该使其能够根据水压或水质状况的不同,所表现出来的颜色也不同。

(4) 绘制三维面,调用 OpenGL 函数。glDraw Elements 绘制水质数据三维面。该函数的说明如下: glDraw Elements (int MODE, int pnum, int TYPE, Void tribuffer), 其中 MODE 选为 GL_TRIANGLES, 以表示构成物体的小面采用三角形; pnum 是绘制物体所需的总的顶点数,它等于三角形的个数乘以 3; tribuffer 是指存放所有三角形

顶点序号信息的数据缓冲区的起始地址。

2.2 供水管网管线的三维可视化

在供水管网管线的三维可视化 ActiveX 服务器组件制作中,可先通过调用相应函数,返回对象的空间数据文件,然后在空间数据文件中找到管点对象的地面高、管顶高和管底高,计算出管点的绝对高程 z , 它和管点的平面坐标 (x, y) 一起构成了管线中心线的节点坐标,再以该坐标和管径为管线的起算数据,最后调用 OpenGL 图形库函数,即可绘制出可交互的三维立体供水管网管线图。

需说明的是,OpenGL 没有提供高级命令函数来定义复杂的三维形体,只提供点、线、多边形等构造简单的规则的三维模型。为在 OpenGL 下生成三维真实感图形,一般可先利用 AutoCAD、Pro/E、3DMAX 等三维建模软件,建立复杂不规则形体的模型,由它们各自特定的图形交换文件,编写接口程序,提取用以组成模型的图元信息,再利用这些数据绘制出模型,最后进行变换、光照、纹理映射和消隐等更精细的图形图像处理。笔者采用 VC++ 6.0、AutoCAD 三维建模软件、OpenGL 图形库及数据库技术实现了铜川新区给水管网管线的 3D 显示等功能。

3 结论

通过把 WebGIS 和三维可视化技术等引入铜川新区供水管网管理领域,使供水管网信息系统的功能得到了很大的扩展。不仅可以实现资料存储、数据共享、统计查询以及水压分析、爆管分析等功能,还可实现管网、水质、水压等的三维可视化,使用户能形象直观地掌握整个管网系统的变化状态,为水管网的优化管理提供了决策依据。

参考文献

- 1 田一梅,赵新华,黎荣. GIS 技术在供水系统中的应用与发展. 中国给水排水, 2000, 16(9): 20~ 23
- 2 杜国明,龚健雅,熊汉江,等. 城市三维管网的可视化及其系统功能实现的关键技术. 武汉大学学报(信息科学版), 2002, 27(5): 535~ 537
- 3 陈婷婷,白玲,陈宇翔. 利用 MapXtreme 开发 WebGIS 的关键技术. 测绘通报, 2003, 8(1): 59~ 61