

◎ 研发、设计、测试 ◎

# 三维位置定义(3D-LD)系统模型研究

马丰宁,雷鑫,高宏

MA Feng-ning, LEI Xin, GAO Hong

天津大学 管理学院,天津 300072

School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China

E-mail: fmmmm@vip.sina.com

MA Feng-ning, LEI Xin, GAO Hong, Study of three dimensional location definition(3D-LD) system. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(21): 41-45.

**Abstract:** This paper focuses on analyzing the three dimensional location definition (3D-LD) of a object, which sets buildings as its three dimensional background. This essay aims to study the characteristics of 3D-LD. Meanwhile, it mainly discusses on the basic structure of 3D-LD, analyzes the method of making the major 3D-LD module, gives the method of organization of three dimensional. Also, it offers an appropriate software programming technology solution to 3D-LD system.

**Key words:** Three Dimensional Location Definition(3D-LD); spatial data; GIS; MIS

**摘要:** 对以建筑物为三维背景空间的物体对象的3维位置定义(3D-LD)管理进行了深入分析,研究了3D-LD数据特征,分析了3D-LD关键要素模型的生成方法,给出了3D-LD三维场景的两种组织方式,并最终给出适合当前软件编程技术的系统实现方法。

**关键词:** 3维位置定义(3D-LD);空间数据;地理信息系统;管理信息系统

DOI:10.3778/j.issn.1002-8331.2008.21.011 文章编号:1002-8331(2008)21-0041-05 文献标识码:A 中图分类号:TP392

随着信息化的迅速普及,对信息的空间属性管理需求越来越大,目前能够对空间数据进行管理的软件系统主要是GIS与CAD。由于他们的专业性,与MIS的结合相当艰涩。开发出比GIS和CAD更适用的便于与信息应用相结合的简单实用型三维位置定义(3D-LD)管理平台十分必要。本文在对3维位置定义管理(3D-LD)进行深入需求分析基础上,借鉴GIS和CAD两系统,设计了三维位置定义(3D-LD)管理平台模型。

## 1 问题背景

### 1.1 项目研究意义

空间数据(Spatial Data)是具有空间或位置分量的数据,他们可以看作是物理空间中对象的数据。对空间数据的表示可以通过特定的位置属性来实现,可以存贮在基于位置的数据库划分中。

MIS系统发展到现在已经相当成熟了,考虑到MIS系统管理的对象,人或物大部分都有空间数据,如,某单位的某台计算机在哪间办公室、某人的工作地点,特别是楼宇建筑物内管线及相关设备。可是带有空间信息的MIS应用系统很少,一种是以CAD系统作为平台,一种是以GIS系统作为平台。由于

CAD系统与MIS系统的连接难度大,开发难度大,使用不方便,成功应用案例很少。GIS系统主要基于二维地图,目前GIS软件产品,有的功能很多,但用起来比较复杂,需要较长时间的培训,熟悉。三维GIS主要解决的是地形、地貌、地物的外形描述,不适合对以建筑物为三维参考空间的物体对象(如管线、设备等)的3维位置定义管理。

开发一种简单实用的3维位置定义(3D-LD)管理平台,通过对建筑物内所含有的管线、设备和人员(人员可以视为某种设备)所在位置进行三维空间定义,达到对物和人的三维可视化管理,适用于企业、事业、学校、医院、行政机关等单位的物业、设备、固定资产和人员的管理,使管理系统可视化,在技术上可行,市场前景广阔。

### 1.2 国内外研究概况

可视化技术发展非常迅速,几乎所有GIS软件都在增加三维可视化的功能,但是到目前为止,大多数用户还是被局限在二维的数据显示中。而大部分三维功能都是应用于地形地貌,使用栅格数据来模拟大型地貌现状(比如Google Earth等),对于城市三维场景的显示,局限于二维半的体元素来模拟场景,这由于对GIS而言,海量的三维模型数据管理,模型建立,

**基金项目:**天津中小企业创新基金(the Project Approval Certificate of Innovation Fund for Small and Medium Technology Based Firms, No. 06zhexc11600);国家科技型中小企业技术创新基金(Innovation Fund For Technology Based Firms, No.07c26211200097);天津市科技计划项目(No.08ZCKFGX01700)。

**作者简介:**马丰宁(1958-),男,博士,副教授,主要研究领域为GIS,ERP等;雷鑫,男,天津大学硕士研究生;高宏(1962-),男,副教授,主要从事信息系统与电子商务方向研究。

**收稿日期:**2008-01-23 **修回日期:**2008-04-02

空间分析,用户界面设计方面还有待进一步的研究。GIS的三维建模工作一项主要内容是对地形模型的数字化描述,采用技术以网格结构(GRID),或是三角网结构(TIN)为主,考虑到大场景和复杂场景的显示效率,很多GIS系统采用LOD(细节层次模型)模型动态显示系统。所谓细节层次模型是根据不同的显示,对同一对象采用不同精度的几何描述。国外代表性的三维GIS有MultiGen公司的SiteBuild,ERDAS公司的IMAGING Virtual GIS等软件,国产的三维GIS有:适普公司的IMAGIS,灵图公司的VRMap,奥吉公司的CCGIS等。上述软件主要应用在天气、地质、水利,城市规划,军事等领域,这些软件需要用户具备很好的专业知识和熟悉三维概念。

三维计算机辅助设计系统(CAD)有很强的三维处理功能,但CAD主要进行对象设计,关心的是所绘制对象的形状描述、配合关系和尺寸精度,主要应用在机械、建筑结构和道桥等设计,与对象的属性信息的结合很不方便,不适用做信息管理的平台。

现有的空间数据应用系统,无论CAD系统还是GIS系统,已经相当成熟,在相应的领域有着广泛深入的应用,积累了大量的数据,这些为管理物和人的MIS系统中加入空间数据提供了部分基础数据和参考模型。CAD与GIS作为专业的软件系统,在数据定义,数据编辑,数据维护,数据查询,数据管理等方面并不适合与MIS系统结合,开发适用于MIS的三维空间数据定义系统非常必要。目前的软件与硬件环境、系统平台与应用平台也使得建立独立的3D-LD系统是可行的。从系统的角度看,3D-LD比CAD与GIS简单的多,它既不需要CAD系统的尺寸标注、自由曲线和曲面及绘图的精细操作功能,也不需要GIS系统的栅格空间数据结构、大地测量控制、数字高程等功能。3D-LD系统应当在是在综合GIS与CAD的基本定义和操作空间数据功能基础上,结合MIS系统的特点,生成独立的应用系统。

## 2 3D-LD 三维空间模型

三维空间对象的定义,处理、显示和管理有着成熟的理论和技术,有许多成功的软件产品,其中包括CAD、GIS和三维造型软件系统。本文的目标是研究基于3维位置定义(3D-LD)数据特点的三维空间管理系统,首先要是分析定义3D-LD数据特征。本文的目标是研究基于三维位置定义数据特点的三维管线设备管理系统。集中体现了对管线,设备的综合管理。

### 2.1 3D-LD 三维要素模型

对应3D-LD系统的功能要求,应设计一套简洁的数据模型,满足用户定义简便,便于观察显示,查询能力强的要求。数据模型中最重要的是3维要素的数据模型,它应实现对楼宇空间的表示,对管线的表示,对设备的表示和同一工作空间几何对象多比例尺的表示,采用改进的矢量数据表示方法可以满足上述要求。矢量数据有较高的定位精度,易于进行特征的辨别和选择,并且能精确地存贮坐标值,可以实现多比例尺图示。图1表示基于矢量数据的3维要素数据模型。

根据构成要素的三维几何对象类型,将要素分为以下3种:

**简单要素:**包括点、线段、平面片,其对应的几何对象分别由一个或多个节点、线段、平面片组成,线段由节点构成,平面片由线段构成。

**聚合要素的基本单元:**三维设备模型、三维管线、楼层区

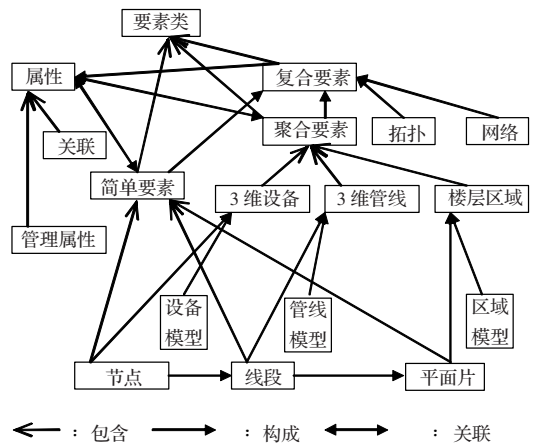


图1 三维要素数据模型

域,他们由简单要素与表示模型共同构成。三维设备模型表示方式为在指定位置点按参数摆放指定的设备模型。三维管线模型由线段定义位置,管线模型参数定义在指定位置上的三维圆柱体。楼层区域是指建筑物的各楼层隔断区域,是位置定义的重要参考空间对象,由有标高的与水平面平行的平面片构成,可以定义显示方式。

复合要素由多个要素构成,要素可以为简单要素,也可以为聚合要素。复合要素内的要素之间可能会有网络关系或拓扑关系,其定义通过网络属性与拓扑属性实现。复合要素为使用者提供了充分的自定义空间。

**网络:**若干要素作为一个整体参与到几何网络的构造,通过关联保证参与到几何网络中的各个要素的空间几何的连通性。例如,如果阀门和水管参加到同一几何网络中,当移动阀门时,水管也会延伸,保持它们在几何上的连接状态。

**拓扑:**主要是区域边界的关联关系,包括层与层之间的区域边界关系,如建筑物外墙线与楼层隔断的关系,同一隔断两边的区域有同边等。

**关联:**是一种要素(或对象)之间的联系机制,可以使两个要素关联起来。如102室与403室同属于物资处。

**管理信息:**表示一个没有空间几何的实体,没有位置关系信息,例如:设备负责人。可以通过关联关系将管理信息与要素类联系起来,例如,设备负责人可以负责许多设备。

#### 2.1.1 建筑物的定义

在3D-LD系统中,最重要的就是建筑物,三维管线和设备的定义。而由于三维管线和设备的定义都是基于地物的方便定义,因此首先需要有一个对地物(建筑物)方便描述的平台,目前的城市三维建模中的地物多是在CAD,3D MAX,Google SketchUp或Creator等建模工具中建模之后再导入数字城市(比较成功的应用是Google Earth),但这种方式需要大量的人力,物力支持,耗用资源多,并且由于细节丰富,需要占用的资源也很多,在一般普通的物业,设备,信息管理人员来说,应用非常不方便,因此并不能在这些用户群中形成广泛的应用。3D-LD位置定义平台上,采用的是利用原有的GIS数据半自动的生成建筑物的模型,以原有二维GIS数据作为位置定义的参照点,然后给予生成的建筑物坐标信息,使之与之匹配。生成的主要过程如下:首先对原有的GIS数据进行预处理,通过半自动跟踪处理或者手动跟踪处理,提取出每一个建筑物的顶点信息,将建筑物顶点信息提交给模型处理器,并予以其他必要

的建筑物信息,生成 3D 建筑物模型,同时该模型因为是在二维 GIS 数据基础上生成的,因此带有 GIS 坐标信息,可以方便地导入导出。

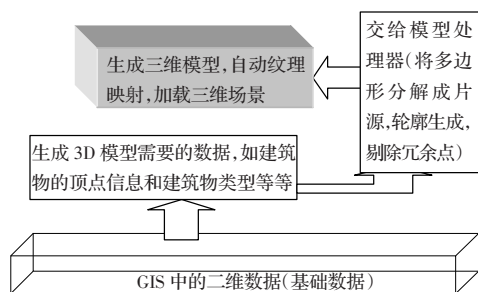


图2 建筑物生成模型

GIS 数据的预处理包括多边形的归类,多边形顶点的规范化,模型纹理映射,颜色材质映射,这样的模型处理器中可以选择相应的线框模型颜色材质模型,纹理模型等,这样的定义扩展可以在显示的时候具有多种显示模型,在特定的分析中有很多益处。比如在大场景的渲染中采用颜色模型,当比例尺进行到一定尺度后采用纹理模型显示,而需要进入建筑物模型里面查看建筑物管线的布线情况的时候采用线框模型显示,当然在调用的时候还有许多空间剔除算法要考虑,因为不是本文的重点,故不再赘述。

通过这种半自动批量生成算法可以很方便地对大面积建筑区域进行生成建筑物模型,迅速生成数字城市的基础模型库,目前已经在数字城市规划系统中取得了较好的应用效果,同时由于研究的重点是管线,设备信息管理,所以对复杂建筑物(如艺术性的建筑)的建模考虑的并不是很多,但系统仍提供复杂建筑物的生成模型。生成效果图如图 3 和图 4 所示。

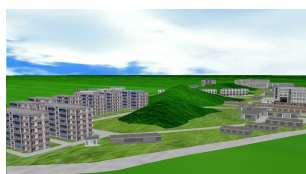


图3 大面积建筑区域生成模型

图4 复杂建筑物模型的生成

### 2.1.2 管线的定义

管线的定义是该系统的重点,应该有一个好的数据结构来定义管线。

管线一般分为给水、排水、燃气、热力、工业、电力和电信管线七大类。各大类还可以细分,如给水管线包括工业给水、生活给水和消防给水。这些类别的管线都有一些共同的特点,比如都有阀门(或者说开关等设备与之关联),因为需要建立点线拓扑关系,主要考虑管段与节点间的拓扑信息查询,以及网络路径分析。当然由于各种管网之间不存在相交,不存在拓扑关系,为减少不同类型管网间不必要的拓扑运算复杂性,要求各种管网要分层显示。同时在垂直方向,由于现在大部分管线都是垂直于水平面的,因此该系统现在只考虑垂直管线的数据结构。

层内的数据类型有两种,节点和线段。节点就是通常所说的三通,四通,阀门,或者变径接头等附属设施。在绘制过程中,通过绘制线段和点两种数据集来表达管线,然后将绘制好的管网信息导入到三维模型生成器中,三维模型生成器首先提取管线的信息,根据管线的类型调用相应的三维圆柱实体库来渲染

三维管线,然后提取点的属性信息,调用相应的设备库中设备渲染节点。这里重点介绍一下垂直管线的输入。在 CAD 中垂直管线的输入是采用的立面坐标来绘制的,由于在该系统中只绘制垂直于水平面的管线,因此完全可以采用在水平面上输入坐标的方法来绘制,对于需要有垂直管线的地方,可以输入垂直管线两个端点的坐标  $p_1(x_1, y_1, z_1), p_2(x_1, y_1, z_2)$ ,利用这两个坐标值,可以生成一条垂直于水平面的线段,然后再进入模型生成器模拟垂直管线的显示。由于有一套完整的设备库,所以三维管线拐角处可以用拐角设备来平滑处理,增加三维显示的真实感。

在三维管线的显示方面,同样根据不同的需要将会有不同的显示效果,在全局显示或放大倍数较小时,让所有管线以三维线的形式进行显示,也就是并不对线进行单独渲染。这样,使得管线不仅具有二维地理信息系统中的平面信息,而且能够将高低位置清楚地反映在屏幕上,增强了立体感。当达到一定的比例尺后,管线直线部分以圆滑的圆柱体进行显示,而管线的交界处,并不显示设备,而是以拐角形式显示。当用户需要查看依附在管线上的设备时(比如单独选择某条管线),才对管线上的设备调用设备库渲染显示。

管线定义的一个重点就是拐角的处理,如上所属,当不需要显示设备时,管线的拐角处要平滑处理,这种情况下,需要应用 OpenGL 剪切变换技术。在 OpenGL 里,可以定义一个或多个剪切面,其函数为  $A_x + B_y + C_z + d = 0$ ,当绘制物体时,满足条件  $A_x + B_y + C_z + d < 0$  的部分将被剪切掉,即不可见。根据这个原理,在处理管线交接处时,需要适当的延长管线的直线部分,使两条管线完全相交,然后定义一个剪切面,该剪切面位于两直线的平分线处,且垂直于该平面。假定两直线的顶点坐标一次为  $i, i+1, i+2$ ,根据坐标计算两直线夹角为:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{(d_{11} * d_{22}) + (d_{12} * d_{21}) + (d_{13} * d_{23})}{\sqrt{d_{11}^2 + d_{12}^2 + d_{13}^2} \sqrt{d_{21}^2 + d_{22}^2 + d_{23}^2}}\right)$$

其中:  $d_{11} = X_i - X_{i+1}, d_{12} = X_{i+2} - X_{i+1}, d_{13} = Y_i - Y_{i+1}, d_{21} = Y_{i+2} - Y_{i+1}, d_{22} = Z_i - Z_{i+1}, d_{23} = Z_{i+2} - Z_{i+1}$ 。

根据当前管线的情况指定点 A 到点  $i+1$  和点  $i+1$  到点 B 之间的距离为 S,计算出点  $i+1$  到圆柱管圆心 O 之间的距离  $d = S / \cos(\alpha * 0.5)$ ,计算向量  $N1, N2$  以及他们的和向量  $N1 + N2$  并进行单位化,从  $i+1$  的坐标出发即可计算出圆心 O 的坐标。类似可以计算出点 A 和点 B 的坐标,由切线性质可知  $N1$  和  $N2$  分别为两个剪切面的法向量,所以根据向量  $N1, N2$  可以推算出两个剪切面的方程。由计算所得值进行坐标变换和剪切变换,即可实现剪切面作用下的圆滑管线显示。

实际效果如图 5 所示。

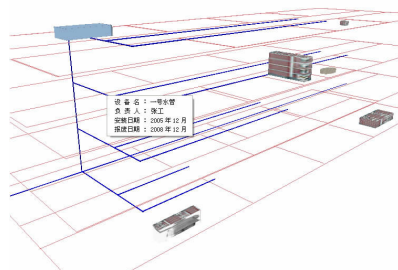


图5 管线示意图

### 2.1.3 设备的定义

系统中的设备定义可以用相似的立体模型作为三维符号插入到指定位置点实现。三维实体模型建模,对系统三维实体

处理功能要求很高,开发成本高,并使系统高度复杂,系统不设三维实体建模功能,采用利用建模工具(如 3DMAX)生成设备模型,通过 x.文件形式引入到 3D-LD 系统中,在此基础上建立设备符号库,所有设备均从设备库中调用。像 3DMAX 这样的建模软件,非常流行,很多人会用,这样处理,简化了系统结构,简化了操作,减少了数据输入量,又有三维实体的显示效果,很好解决了三维数据定义的易用性问题。设备的位置数据定义与管理主要是空间点的定义与管理。

## 2.2 3D-LD 三维场景的组织方式

如何有效地组织系统中的众多要素是该系统主要解决的关键问题,在 3D-LD 系统中,采用了两种方式,从数据类型和数据逻辑关系方面共同对数据进行立体式的组织管理,达到了较好的效果。

### 2.2.1 分层组织

3 维位置定义(3D-LD)管理系统既不同于 GIS 系统从关于地理描述的角度如地图、地貌和行政区划等来进行理论研究和实现;也不同于 CAD 系统为改变手工设计和绘图而产生,为了满足施工和加工的要求,CAD 对尺寸定义要求严格,对图形对象显示的精确度要求很高,系统的结构和操作要能够符合上述要求。3D-LD 以建筑物为三维对象位置参照空间,物体对象以预定义三维实体对象表示即可满足要求,数据精度要求不高,但要求三维数据定义方便,能够与常用应用系统开发工具很好结合,便于与主要数据库系统连接,从长远、整体和综合的角度考虑,基本框架结构应包括以下三层。

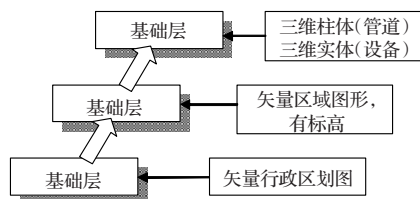


图6 3D-LD 基本框架

基础层:即基础信息系统,主要包括大比例尺地图要素,为所有专题子系统提供统一的空间定位基础。基础层数据是地物层二维半建筑物模型的数据来源,对于基础层的质量和功能要求不高,能够表示行政区划即可,主要便于大型单位,其所属的建筑物分布地域大,管理有需要。这类工作要考虑与 GIS 系统的结合,能够实现同一地理实体不同比例尺的表示。

地物层:是信息对象三维信息的主要参照物与附载体,是从地物层通过半自动生成的几何建筑物模型来表现的。建筑层的架构设计和操作能力是系统要解决的关键问题。借鉴线框表示法,用在层上定义的面片边界表示建筑物内部空间区域,系统的逻辑层与建筑的物理层合二为一,并且按层高显示。在现阶段系统框架中可考虑建筑物的所有立面都不定义,减少绘制工作量,便于观察显示对象,提高显示速度。

专题层:加载专业信息形成专题信息子系统,如,电力线,管道,水泵,计算机等。管线模型采用三维圆柱体,有好的视觉效果,管线的内部数据结构使用矢量线段,便于数据处理与维护。设备对象定义使用建模工具,如 3D MAX 或 AUTOCAD 加工完成,可以建立非常复杂和逼真的三维模型,显示效果好并且显示速度快。为提高信息输入效率,要建立设备模型库,将设备模型提前定义好,使用时将其定义到指定位置即可。指定的位置是空间三维点,这样可以用点信息和设备代码和设备方位

描述专题层中的设备定义。

### 2.2.2 场景组织

分层组织是按照数据类型的不同将数组有效组织起来的,是考虑到数据存储的效率性来设定的,但层次之间并没有多少逻辑关系,在 3D-LD 系统中又加入了场景的组织方式。

由于 3D-LD 系统本身层次化结构场景的特点,在该系统三维场景组织方式中,按照可渲染物体之间的相对关系,把整个场景抽象成可重复划分的空间,每一个可渲染物体都对应着一块空间,每个空间通过场景节点来管理,每个节点处理空间的移动,旋转,缩放和空间有关的行为,其中一个节点可以对应多个可渲染的对象,一个节点可以包含多个层,把可渲染对象连接到节点对应的空间上,实现可渲染对象和节点之间的对应。

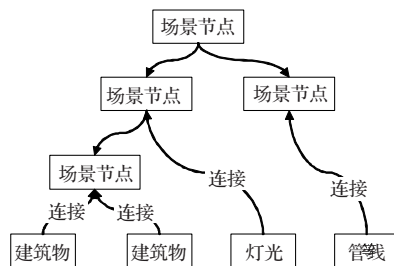


图7 3D-LD 场景框架图

经过这样的组织方式,在渲染的过程中,就可以按照场景图的组织,按照深度优先的顺序对各个物体就行渲染,从而保证了渲染的有序性,另外,每一个节点中记录着相对于父节点的位置变化,这样父节点和它对应的子节点之间就有层次关系,父节点的变化都会相应的影响子节点。比如管线的移动会带来相关设备的移动等等。

## 2.3 3D-LD 的空间分析

3D-LD 系统除了满足人们对现实物体的位置定义外,另外一个重要的作用就是为用户的需要提供地理信息服务,因此空间分析和查询是三维可视化信息系统的重要功能。

首先三维实体对象的选择是所以空间分析的基础。为了用鼠标点选空间实体,首先要由鼠标在计算机屏幕的二维坐标来计算其在三维空间的位置。只有确定三维景观上任一可见点的 3D 世界坐标才能正确的进行空间分析和查询操作。屏幕坐标是二维的,实际的地形点坐标是三维的,并且屏幕坐标的原点是左上角,Y 轴自上向下递增,因此首先将屏幕坐标系的原点移动屏幕的左下角,从深度缓冲区中获取查询点的深度之 Z,求得地球表面点在屏幕窗口坐标系中的坐标,最后把坐标转化成世界坐标系,经过这样一系列的转化,最终能通过鼠标点击屏幕的坐标(x,y)得到实际世界三维坐标(x,y,z),达到选择空间实体的目的。选择到实体之后,与实体有关的属性信息就能从属性数据库中提取,这样就可以对空间地物进行选择查询,达到可视化查询的要求,方便的管理人员。

当然管理人员有时候需要属性要图形的查询,其实在绘制实体的时候,就已经为每一个空间对象分配了一个分类编码,这种编码往往属于国家标准,或行业标准,或地区标准。这样,通过 SQL 语句可以找到与指定属性匹配的空间对象,然后重新绘制该对象,并将视点自动转换到合适的观察位置。同时由于系统的数据组织方式采取树的方式组织,各节点之间存在着层次关系,因此与之相关的查询变得更加方便,易用。

下面给出该模型结构的几何属性查询分析的例子:

查询同一楼层中房间的数量:

```
SELECT building.room.count FROM building WHERE
building.floor='4'
```

查询某一管线所在的建筑物

```
SELECT cable.parent.building.id FROM cable WHERE
cable.id='4353'
```

只要查询到相关的实体对象, 就采用 OpenGL 的选择模式, 在名称空间的堆栈中找到实体匹配的名称, 并利用高亮颜色重新绘制实体对象, 转换视点坐标到合适的位置。由于树形层次结构的加入, 各对象之间的关系变得明了简单, 在查询的时候也可以有多种查询的方式, 使得系统更加灵活。如图 8 给出一个查询的示例。

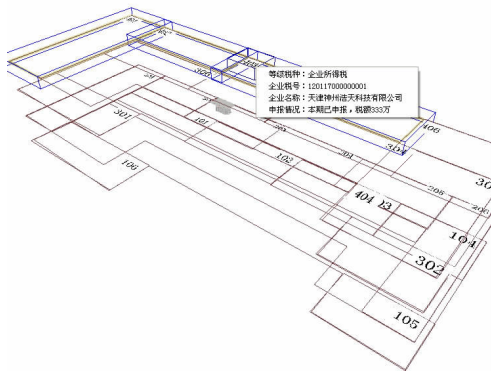


图 8 空间分析结果

### 3 系统实现

组件式软件技术已经成为当今软件技术的潮流之一。基于组件开发(Component-Based Development, 简称 CBD)是软件开发的一次革命。与诸如面向对象和客户/服务器(Client/Server)等新趋势不同, 基于组件开发不只是一种分布计算新花样, 而是一种广泛的体系结构, 支持包括设计、开发和部署在内的整个生命周期计算的理念。

基于组件开发的两个重要规范分别是 Microsoft 的 COM/DCOM 和 OMG 的 CORBA。目前 Microsoft 的 COM/DCOM 占市场领导地位, 已经得到广泛应用, 并逐渐成为业界事实上的标准。基于 COM/DCOM, Microsoft 推出了 ActiveX 技术, ActiveX 控件是当今可视化程序设计中应用最为广泛的标准组件。

COM 定义了一种基础性接口, 这种接口为所有以 COM 为基础的技术提供了公共函数, COM 允许组件对其他组件开放其功能调用。

组件式 3D-LD 平台的基本定位是: 不需要专门的 3D-LD 二次开发语言, 将 3D-LD 的基本功能函数, 按照 ActiveX 控件标准开发接口, 其他功能让其他的组件去完成, 3D-LD 组件与其他组件之间的联系由可视化的通用开发语言来建立, 如: Visual Basic、Delphi、C++Builder、Power Builder、Visual FoxPro 等。只要熟悉基于 Windows 平台的通用集成开发环境, 以及组件式 3D-LD 各个控件的属性、方法和事件, 就可以完成应用系统的开发和集成。这有利于减轻应用软件开发者的负担, 而且增强了软件的可扩展性。

开发语言选择 VC++ 与 OpenGL 三维图形工具包。

OpenGL 是近几年发展起来的一个性能卓越的三维图形标准, 它是在 SGI 等多家世界闻名的计算机公司的倡导下, 以 SGI 的 GL 三维图形库为基础制定的一个通用共享的开放式三

维图形标准, 它独立于窗口系统和操作系统, 以它为基础开发的应用程序可以十分方便地在各种平台间移植; OpenGL 可以与 Visual C++ 紧密接口, 便于实现机械手的有关计算和图形算法, 可保证算法的正确性和可靠性; OpenGL 使用简便, 效率高。它具有七大功能:

#### (1) 建模

OpenGL 图形库除了提供基本的点、线、多边形的绘制函数外, 还提供了复杂的三维物体(球、锥、多面体、茶壶等)以及复杂曲线和曲面(例如 Bezier、Nurbs 等曲线或曲面)绘制函数。

#### (2) 坐标变换

OpenGL 图形库的变换包括基本变换和投影变换。基本变换有平移、旋转、变比镜像四种变换, 投影变换有平行投影(又称正射投影)和透视投影两种变换。其变换方法与机器人运动学中的坐标变换方法完全一致, 有利于减少算法的运行时间, 提高三维图形的显示速度。

#### (3) 颜色模式设置

#### (4) 光照和材质设置

#### (5) 纹理映射(Texture Mapping)

#### (6) 位图显示和图象增强

#### (7) 双缓存动画(Double Buffering)

双缓存即前台缓存和后台缓存, 简而言之, 后台缓存计算场景、生成画面, 前台缓存显示后台缓存已画好的画面。此外, 利用 OpenGL 还能实现深度暗示(Depth Cue)、运动模糊(Motion Blur)等特殊效果。从而实现了消隐算法。

OpenGL 强大的功能足以用来开发该系统。

### 4 结束语

可以预计, 由于 3D-LD 应用广泛, 大部分 MIS 系统都可以升级到 3D-LD, 而 3D-LD 平台开发较为容易, 近几年会有较多的产品出现, 并会有较多的应用系统。3D-LD 应用, 特别是早期应用的一个瓶颈是, 基础数据的定义与维护, 这就对系统的友好性, 可操作性与其他图形文件的兼容性提出了较高的要求。随着多媒体技术的不断发展, 3D-LD 最终会发展为可以实现情景渲染的仿真的三维实体信息管理系统。人们会在计算机系统中建立一个与真实实景一样的建筑, 在建筑中的设备、物品、管线等物体也都与真实物体一样, 管理它们就像在真实世界里一样, 同时可以方便的对它们进行各种各样的统计、查询、分类或聚类等工作, 某些结果可以以三维实景的方式显示出来。

三维位置定义(3D-LD)管理平台, 既不同于 GIS, 也不同于 CAD, 在结构和操作上都有独立的地方, 同时有很好的市场需求。目前国内外未见相关研究和软件产品报道, 该系统能够成为具有自主知识产权的软件平台, 有很好的应用前景。并且, 可能形成相应软件系统的标准, 使我国在空间数据应用上处于有利地位。

### 参考文献:

- [1] 李清泉. 三维空间数据的实时获取、建模与可视化[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2003.
- [2] 张新长. 地理信息系统数据库[M]. 北京: 科学出版社, 2005.
- [3] 孙家广. 计算机图形学[M]. 北京: 清华大学出版社, 电子工业出版社, 1992.
- [4] 阎正. 城市地理信息系统标准化指南[M]. 北京: 科学出版社, 2000.
- [5] 盛焕焯. 图形系统国际标准 PHIGS 功能描述[M]. 北京: 科学出版社, 1998.