

# 二维电子地图和三维虚拟场景的互响应

苗青

(武汉大学遥感信息工程学院, 湖北武汉, 430079)

[摘要] 本文提出了基于二维电子地图与三维虚拟场景之间相互响应的思想来克服它们各自的局限性。简要的描述了相互响应的原理、表现形式、实现流程及实现方法。最后提出了一些结论和展望。

[关键词] 二维电子地图; 三维虚拟场景; 相互响应

测绘信息网 <http://www.othermap.com> 网友测绘人提供

## THE MUTUAL RESPONSE BETWEEN TWO-DIMENSIONAL ELECTRONIC MAP AND THREE-DIMENSIONAL VISUAL SCENE

MIAO Qing

(School of Remote Sensing Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

**Abstract:** This paper puts forward the idea of the mutual response between 2D-digital map and 3D-virtual scene to overcome their respective limitations. Briefly describes the principles, expression-forms, realization course chart and methods of the mutual response. Finally, gets some conclusions and respects.

**Key words:** 2D digital map; 3D virtual Scene; mutual response

### 1 引言

二维电子地图与三维虚拟场景之间的相互响应思想早在三维虚拟军事训练中就得到了应用。目前, 相互响应思想在交通智能导航系统等民用方面也有着广泛的应用。其二者间的结合与相互响应通常有两种思路:

1) 栅格地图和三维虚拟场景的结合。这种思路通常是为了满足三维虚拟场景全屏显示的要求。但由于栅格位图放大之后会出现锯齿, 所以对于精度要求较高的地图显示, 这种思路常常达不到预定的要求。

2) 二维矢量地图和三维虚拟场景的结合。这种思路的实现难度较大。但由于矢量数据放大之后, 仍然可以精确地保持图形轮廓, 而且二维矢量数据进行放大、缩小和目标的选择都比较容易实现, 这种思路更受人们的关注。

### 2 互响应的基本原理及表现形式

二维电子地图和三维虚拟场景的互响应实质是这两个空间集合的一种映射, 最终实现二维电子地图和相应三维虚拟场景的双向通讯。要达到二者的一一映射, 必须建立两者之间坐标或者对应地理目标名称的一一对应(唯一的ID)。实际应用中, 二维电子地图采用大地坐标系, 三维虚拟场景采用右手坐标系。且对应中还需要进行图形间的平移和缩放变换。建立此对应机制是实现两者之间互响应的

基础。

二维电子地图和三维虚拟场景的互响应主要表现以下形式:

1) 在三维虚拟场景中漫游时, 在二维电子地图中实时显示出相应的位置和视野。

2) 在二维电子地图中改变观察者位置的时候, 相应地在三维虚拟场景中视点跳到对应的位置。在三维虚拟场景中改变视点的位置, 在二维电子地图中也跳到对应的位置。

3) 二维电子地图中或三维虚拟场景中进行目标属性信息查询的时候, 相对应的三维虚拟场景或二维电子地图中的同名目标高亮显示。

4) 实现空间和属性信息的双向查询。

5) 可在二维电子地图中拉框选择某区域, 实时动态地调入该块区域的三维虚拟场景。

### 3 互响应的总体实现流程

将常见的二维矢量地图数据(如: AutoCAD 的 dxf 格式、ArcView 的 shape 格式、Arc/Info 的 E00 格式)经过可视化编程实现二维电子地图的显示和部分编辑功能。

三维虚拟场景是将研究区域的地图要素(道路、居民地、水系等)和数字高程模型(DEM)叠加, 其中DEM需要转化为Multigen下的DED, DED通过选择合适的算法建立起三维地表模型, 然后按照与地表模型相对应的经纬度坐标, 贴上对应的正射影

像图作为地表纹理。三维模型贴上与之对应的纹理，通过三维可视化显示，最终形成三维虚拟场景，最后编程实现二维电子地图和三维虚拟场景的互响应。它的流程见图1。

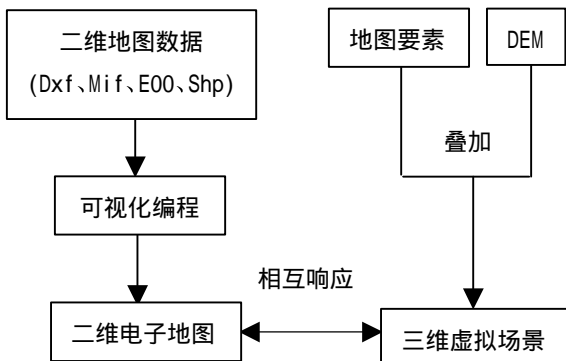


图1 二维地图和三维虚拟场景的互响应实现流程

#### 4 互响应的实现方法

二维电子地图和三维虚拟场景的互响应实现机制主要靠两者坐标或者地理目标名称的唯一对应。程序实现主要靠外部全局变量 (extern) 和发送消息 (Send Message) 的机制来完成。

1) 在三维虚拟场景中漫游时，二维电子地图实时显示出相应的位置和视野。实现方法主要是实时地跟踪三维虚拟场景中视点的位置，然后在二维电子地图中的相应位置绘制。视野的绘制主要利用计算机图形学中的旋转矩阵来实现。具体的实现如下：首先获得三维场景中的视点  $(e_x, e_y, e_z)$  实时跟踪视点的位置变化情况，只要视点一经改变，通过消息传递机制将视点坐标传到二维电子地图中，通过旋转矩阵公式计算出视野平面的其余两个点的坐标。

2) 二维电子地图中改变观察者的位置时，相应地在三维虚拟场景中视点跳到对应的位置。由于二维地图和三维场景之间的差异，在从二维电子地图跳到三维虚拟场景的时候，往往会出现三维虚拟场景中的视点距离物体很近或不能从一个较好的角度观察三维虚拟场景，这就需要互响应后进行视点位置(包括视点高度)的调整，可以采用如下的方法：首先在二维电子地图中以鼠标的点击点为圆心，以一个缺省的半径画一个圆(如图2)，判断有哪些目标落在圆内且同时也落在视野范围以内。求出一个最近的目标，通过数据库可以知道此目标的楼层数(即可以计算出目标的高度)，此时在三维虚拟场景中可以动态地定出视点的高度(例如视点高度定为最近建筑

物高度的三分之二)。

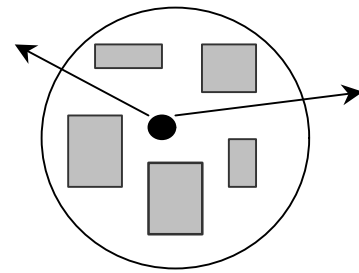


图2 动态计算视点高度示意图  
(●为视点，□为三维虚拟场景的目标)

在三维虚拟场景中改变观察者的位置，在二维电子地图中也能跳到对应的位置，这时的视点高度为零。以下为Vega中运动模式(Motion Model)的数据结构，运动模式通常要与观察者(Observer)相连接，改变运动模式的  $(x, y, z)$  就相当于改变视点的位置  $(e_x, e_y, e_z)$ 。

```

typedef struct {
    float x, y, z;
    /* x, y, z position
    in database units */
    float h, p, r;
    /* heading
    in degrees (from north) */
    float velocity;
    vgPosition *pos;
    double now;
} motion_model_data;
  
```

3) 二维电子地图中进行目标属性信息查询时，三维虚拟场景的对应目标也应该高亮显示。属性查询的过程为：当选中目标后，获得目标的名称，其中名称作为主关键字，再运用简单的SQL 语句：select(\*,from database,where ID = "\*\*\*\*\*") 就可以查询目标的属性信息。属性数据库可以采用 Access 数据库，以目标的名称作为主关键字建立属性数据库。属性数据库中每一层地图要素包含多个表 (Table)。例如：建筑物层 (Building) 包含：银行 (Bank)、学校 (school)、工厂 (factory) 等表。从而实现地理信息系统中最基本的功能：属性信息查询。二维电子地图中目标选中，三维虚拟场景的对应目标高亮显示可以有两种方法：一是依靠二维电子地图和三维虚拟场景中的相应目标名称唯一对应。当我们在二维电子地图中选中一个目标时，可以获得目标的名称，在三维虚拟场景中依据这个目

标的名称,利用OpenGL Performer 的pfHighlight 相关函数对该目标进行高亮显示。二是利用碰撞检测的思想(或光线跟踪的思想),当我们在二维电子地图中选中一个目标  $Obj_{01}$  时,记录下鼠标点击点  $P_0(x_0, y_0)$  的位置,然后利用  $P_0(x_0, y_0)$  求得一个三维虚拟场景中的对应点  $P_1(x_0, y_0, MaxHeight)$ 。通常  $MaxHeight$  要大于三维虚拟场景中所有目标的最大Z 值,以  $P_1(x_0, y_0, MaxHeight)$  为起始端点垂直向下构造一条射线与三维虚拟场景中的目标进行碰撞检测(交运算),获得碰撞的第一个目标  $Obj_{02}$ ,  $Obj_{02}$  即为与  $Obj_{01}$  对应的三维虚拟场景中的目标,然后将  $Obj_{02}$  高亮显示即可。

在三维虚拟场景中进行目标属性信息查询的时候,二维电子地图中的对应目标也高亮显示。这个功能主要是利用在三维虚拟场景中鼠标点击获得目标的名称后,利用二维电子地图和三维虚拟场景的对应目标名称唯一对应,在二维电子地图中对相应目标进行高亮显示。在三维虚拟场景中,属性查询的前提是目标的选中。三维场景中的选中算法比二维的情况复杂。其实现为:首先在三维虚拟场景中记录下鼠标点击点的位置  $(x_0, y_0, z_0)$ ,利用这个点与当前视点  $(e_x, e_y, e_z)$  构造一条射线与三维虚拟场景中的目标进行碰撞检测(交运算),获得碰撞的第一个目标。其具体实现如图3:

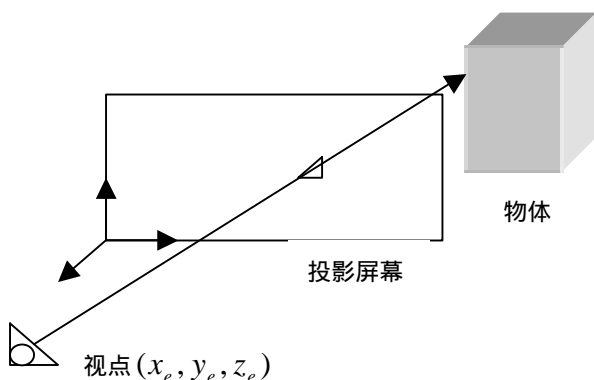


图3 三维虚拟场景目标的选中功能

4)空间信息和属性信息的双向查询。这个功能的实现只要写一个依据名称(唯一的ID)进行目标的查询和高亮显示的函数即可。

5)根据需要在二维电子地图中拉框选择一块区域,实时地调入该区域的三维虚拟场景。这个功能主要利用多线程的思想。当用户拉框后,先判断出哪些目标被落入选择区内,随后,在后台开辟一个独立的线程动态地把三维模型调入内存进行显示。

综上这五点便简要的说明了二维电子地图与三维虚拟场景互响应的各表现形式的分别实现方法。

## 5 结论与展望

互响应思想有效地解决了当今独立的二维电子地图和独立的三维虚拟场景的各自不足之处,有机地结合了二维电子地图的宏观性、整体性、简洁性和三维虚拟场景的局部性、现实性、直观性的优点,同时又克服了二维电子地图的抽象多义性和三维虚拟场景漫游的方向迷失感,真正做到了两者的优势互补。基于互响应的集成系统在城市规划部门,城市规划和设计、城市交通、城市仿真领域、大型工程浏览、军事指挥、测绘部门有较大的实用价值。

## 参考文献

- [1] 张燕燕,胡毓钜.地图可视化[J].测绘工程,2001,(3).
- [2] 毋河海.地图数据库系统[M].北京:测绘出版社,1991.
- [3] 万刚,陈刚,游雄.虚拟城市中地物几何建模技术的研究[J].测绘学报,2002,(2).
- [4] 李仲杰.地理信息系统中的可视化与地图接口[J].地图,1998,(1).
- [5] 蒋定华,余旭初.三维虚拟场景中的实时目标的查询[J].解放军测绘研究所学报,2000,(4).
- [6] 谢俊峰,李庆田.基于OpenGL的三维地图场景制作初探[J].解放军测绘研究所学报,2000,(3).
- [7] 朱庆,李德仁,龚健雅等.数码城市设计与实现[J].武汉大学报(信息科学版),2001,(1).
- [8] 黄健熙,吴素芝.电子地图的三维可视化与空间分析若干问题的探讨,数字城市的理论与实践[M].广州:世界图书出版公司,2001.

[收稿日期] 2005-06-11

[作者简介] 苗青(1982—),男,成都人,武汉大学遥感信息工程学院硕士研究生,主要研究方向为遥感影像处理及三维可视化。