

三维可视地理信息系统在城市规划中的应用研究

适普软件有限公司 张生德

上海市规划管理局 王磊

目前我国3S技术的发展非常迅速,各行业、部门、地方政府都认识到它在信息获取和更新方面的优势,以及它对于宏观、客观决策的重要性,并在实际生产和工作中广泛应用了这些技术.结合可视化技术、虚拟现实技术、网络技术和高分辨率卫星影像等技术,专家们提出了第四代GIS的新概念,即以三维数据为研究和应用对象,在网络环境下实现GIS系统数据的调用和交流.这个概念,使目前GIS研究的内容和三维可视化、虚拟现实等紧密结合,将GIS的研究和应用水平提到了一个新的高度.

当前,三维可视化GIS在很多领域虽然有了一些应用,如在石油、地质等行业,但是,由于三维模型数据结构的复杂性,在许多领域的应用还处于研究阶段.城市建设的飞速发展,使三维GIS在城市规划建设中得到了具体的应用,如城市景观分析,无线通信覆盖范围分析等.在城市应用中需描述的主要对象是建筑物和地形.对于建筑物,在很多场合人们关注的是它的整体结构,而对其内部的拓扑关系并不感兴趣.基于以上数据模型的相对简单和对需求的满足,一些针对辅助城市规划的三维可视地理信息系统得到了实际应用.在城市辅助规划系统中,由于成功地使用了数字摄影测量技术、三维可视地理信息系统技术,因此取得了很好的效益.

IMAGIS 功能特点

IMAGIS 三维地理信息系统模型

由于数据模型的限制,传统的二维GIS为用户提供的分析和查询功能始终没有突破平面图形与数据表的操作和显示.而现在越来越多的用户和行业则要求在真实直观的三维空间进行各种空间查询及分析,如环境仿真、市政规划、物业管理、条件选址、自然灾害等,而复杂的模型分析和辅助决策更需三维动态交互式系统的支持.IMAGIS将常规的二维数据模型推广到三维空间,提出了以数字正射影像(DOM)、数字高程模型(DEM)、数字线划图(DLG)

和数字栅格图(DRG)作为综合处理对象的集成GIS系统模型.基于4D的三维可视化地理信息系统,不仅能实现三维数据的可视化,而且为用户提供了强大的交互操作工具.在这个三维动态环境里,用户可以真实地重现或创建各种复杂的三维形体如地貌、地物等,并为进一步的空间决策服务.三维GIS的空间查询与分析功能可以直接从三维模型上选择目标进行分析和查询,如表面积、周长、距离、体积、剖面等可以直接在透视图空间进行各种空间查询与决策分析.IMAGIS的主要功能模块如下:

- (1) 数据交换模块 支持多种二、三维数据文件的输入输出.
- (2) 数据编辑模块 方便快捷的二、三维数据编辑工具,灵活的编辑模式.
- (3) 三维建模工具 丰富的建模方式,自定义扩展模型,模型库管理.
- (4) 三维可视化工具 多样化的图形显示控制方式.
- (5) 三维视图动态操作 视图操作灵活,动态可视化.
- (6) 三维查询分析 简单查询,复杂查询,多种空间统计、分析工具.
- (7) 网上数据发布 快捷的网上数据发布,浏览,查询.
- (8) 三维漫游工具 多种实时的数据漫游和浏览工具.
- (9) 二次开发工具 强大的可视化开发平台支持,丰富的函数库.

三维表面建模工具

IMAGIS提供了强大灵活的三维表面造型工具,其混合使用不规则三角形网(TIN)和四边形网来生成三维表面,可以灵活逼真地建立复杂的三维几何模型.如地貌、地物等.而对于另外一些特殊的复杂形体,系统采用了形态插值的方法.用户可以通过选取一些简单的图形作为插值基元,然后选取适

当的插值函数,就可生成一些特殊的三维曲面(图1)。系统为用户提供了样条插值、多项式插值、克里金插值、线性插值和分形插值等现成的算法。用网格形成三维曲面后,系统将根据用户对其显示方式的控制进行曲面拟合。

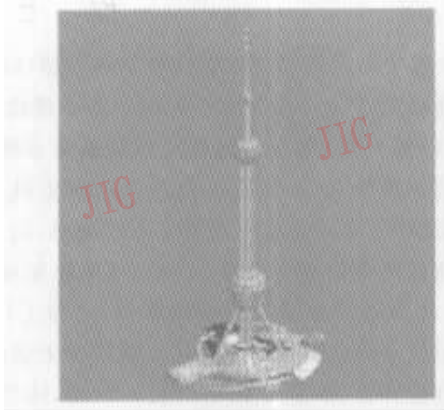


图1 上海东方明珠电视塔三维建模

三维动态可视化实现技术

IMAGIS 可以使用户灵活地控制单个或多个三维实体或三维曲面的显示风格,这为可视化操作带来了很大的方便。系统还允许以颜色等为过滤条件选择目标,这对于操作一些属性相同的实体提高了可视化效率。IMAGIS 对空间物体可进行纹理贴图,生成具有真彩色的三维景观。贴图方式灵活,可指定贴图坐标,进行图形裁剪,能够接受绝大多数的栅格图象。系统为三维模型空间提供了完整的光源类型,有环境光、平行光、点光源和聚光灯,用户通过对光源的调配可产生所期望的光照效果。

虚拟环境的建立和网络数据发布

可视化 GIS 的发展和实现使 GIS 的使用变得更加简单化和形象化,同时也必然导致虚拟现实技术的集成。用户通过交互操作,就可以对管理空间数据的变化进行动态可视化观察,从而对一些抽象数据的动态过程得到一个直观的分析 and 形象的结果。IMAGIS 实现了可视化技术和虚拟现实技术的无缝结合。互联网的发展和虚拟现实语言的出现,为可视化 GIS 和虚拟技术的结合提供了一种解决方案。IMAGIS 系统提供了 VRML 文件的输出,可以将建立的三维场景通过 *.WRL 文件在万维网(WWW)上发布。只要用户的连网微机有支持 VRML 标准的 WWW 浏览器,那么无论多么遥远,用户都可以在网上进入制作好的三维虚拟空间进行浏览。在网络数据发布方面,IMAGIS 还提供了另一种手段,用户

不需要在浏览器端下载安装任何软件,便可以直接打开 IMAGIS 用于网上数据发布的页面,进行数据的交互操作、查询浏览,统计输出等(图2)。

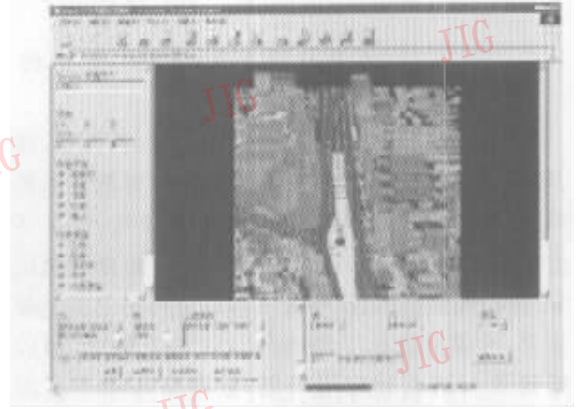


图2 网上数据发布

IMAGIS 在城市规划中的应用模型

在城市规划行业,目前有很多地方仍在采用图纸和手工模型的设计和表现方式。城市规划师如想很方便地知道建筑物的规模、外观、所处的环境是否和谐,以便确定或修改规划方案,那么在传统的 CAD 辅助设计系统中这些需求是无法实现的,其必须借助于三维可视化这一有效工具。最近,全国各大城市规划局如北京、上海、广州等都提出了数字城市规划的新概念,并且随着数字采集和更新方式的根本改变,一种适合新形式下的城市规划系统的研究和建设势在必行。随着城市基础地理信息采集和更新方式的改变,人们要求在 4D 产品的基础上恢复城市现有模型,然后在这个模型中对整体或局部规划设计,进行多方案分析,从而得到一个合理的设计结果。该过程是在真三维模型中进行实时交互操作,这就要求系统能够快速重现城市模型,支持实时快速渲染着色,纹理贴图,全数字摄影测量技术和 IMAGIS 为这种设计方式提供了有效的手段。

三维可视化辅助城市规划管理目标的实现必须完成以下工作:

(1) 城市基础地形地貌三维模型的建立。

(2) 城市现状三维模型的建立,包括现状建筑三维模型的建立;现状绿化三维模型的建立;现状市政、雕塑等三维模型的建立。

(3) 城市规划三维模型的建立。

上述模型的生成要求必须快速、准确,并且必须具有真实坐标、真实尺度与真实纹理。只有在满足上

述条件的基础上才可根据城市规划管理的要求进行城市景观三维模型的数据合成。

在上述工作完成的基础上,针对城市规划管理不同阶段的不同要求,即可生成与之相适应的城市规划辅助三维可视化成果。

VirtuoZo 与 IMAGIS 软件可以根据城市航空影像(航空相片)与地形图,快速、准确地生成城市基础地形三维模型与城市现状建筑三维模型,这些模型都是具有真实坐标、真实尺度与真实纹理的三维模型,能够在计算机中较好地再现城市现状三维景观(图3)。



图3 浦东陆家嘴地区现状三维模型

IMAGIS 软件能够快速、准确生成城市规划三维模型,并且能够完成现状地形、建筑与规划三维模型之间的数据合成,以及城市景观三维模型的数据生成(图4)。



图4 上海大剧院三维模型

IMAGIS 软件能够满足海量三维数据模型的存储、调用、维护与管理;

在以上功能完成的基础上,就可以完成以下三维可视化辅助城市规划管理工作。

城市规划方案数字化三维审批浏览

将规划设计方案制作成三维模型,并将其结合

到现状三维模型中,生成规划审批三维模型。这样,规划师就可在计算机中模拟穿行、观察该规划方案,并可在审视该规划方案的同时,随时停留以对重点地段的规划方案进行多方探讨。除此以外,规划师还可以从任意视角、任意高度来观察该规划设计方案,并审查该方案与周边环境的关系(图5)。



图5 陆家嘴地区规划方案三维模型

城市建设形态发展跟踪分析

制作城市建设区域不同地区、不同发展阶段的不同规划设计模型,并将其根据建设阶段的不同,分阶段地将不同地区的规划设计方案结合现状,制作成城市建设形态发展跟踪三维模型(图6)。



图6 陆家嘴地区建设形态发展分析

这样做的优点是:规划师可模拟跟踪城市形态的建设发展,并根据城市建设发展不同阶段的要求,及时调整相应的规划建设方案。

虚拟城市景观三维分析浏览

前提:制作现状三维模型,制作规划三维模型,并将其合成为城市规划审批三维模型。

优点:规划师可以在计算机中选择任意路线、方位、角度对该规划方案进行跟踪、审批,与评测。除此

以外,规划时还可在任何需要的时候,在它所需要重点讨论的区域进行停留,并根据要求对该地段规划方案的色彩设计、布局、空间体量关系,以及建筑与环境之间的关系进行多方探讨与分析评价(图7)。

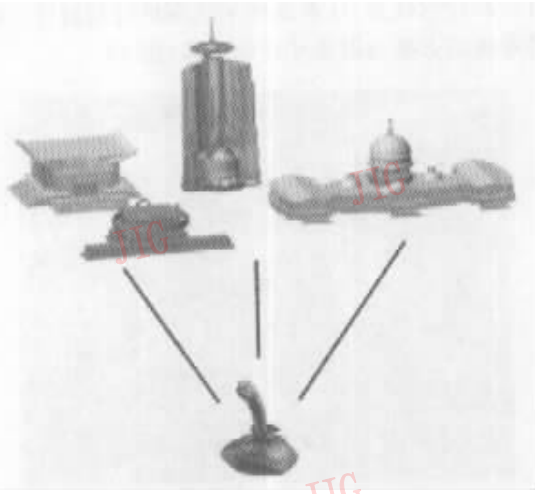


图7 虚拟现实城市景观三维分析浏览

多方案比较与评审

前提:制作针对该地区的多种规划三维模型,并将其分别结合到现状三维模型中,以生成规划审批三维模型。

优点:在规划审批三维模型中,规划师可以根据需要,从背景中删除已选择的目标,比如一栋建筑;对某一建筑进行编辑,比如增加一栋建筑的高度;替换另一种规划方案模型。

这样规划师就可对多种规划方案进行多方比较。

规划方案日照影响区域分析

通过制作规划方案三维模型,并将其结合至现状三维模型中去,就可以进行日照影响分析。规划师针对城市热点中的日照问题,通过定位该规划方案的经纬度坐标与分析影响区域,分析出该方案在某年冬至那一天的日照影响情况,从而为日照问题的解决提供一种更加美观可行的方法(图8)。

城市景观三维模型网上浏览

利用网络数据发布技术,规划师可脱离特定的操作平台,直接在网上评审、浏览相应的规划三维方案。这样规划时就可不必进行专门的培训,而只需上网就可解决问题。除此以外,网上三维景观浏览对今后的政务公开、规划公开、成果演示、社会信息发布等都会有很大的帮助。上述功能能否实现的关键在于三维模型,特别是海量现状三维模型的建立。而适普软件恰恰很好地解决了这个问题。它能大大提高

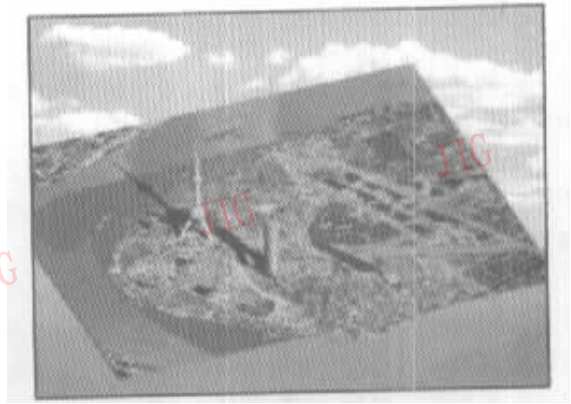


图8 日照影响区域分析

现状建筑的三维建模效率、质量与精度,从而为三维可视化辅助规划管理提供了基本依据(图9)。

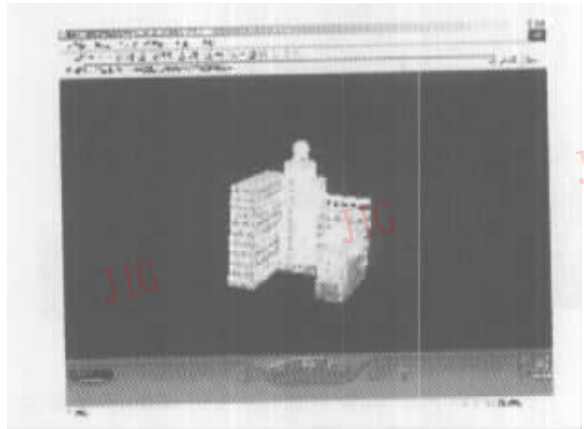


图9 规划方案网上三维浏览

当前,虚拟现实(VR)技术已在欧美、台湾等地区广泛使用,并已广泛应用于城市规划、旅游、产品、建筑房地产、服装展示、展览等领域。但在国内规划领域目前却应用不多,这是因为:

第一,对于规划来说地域涉及范围太广,三维数据模型需求量太大,这就使得三维建模与数据处理的工作量太大;

第二,当前市场主流三维软件主要擅长对规划/建筑三维模型的建立,而对大量现状城市三维景观模型的建立则无合适的产品与软件。这就造成所生成的规划模型很难做到与周边环境的融合,大大降低了规划模型的三维表现效果;

第三,工作周期太长,软硬件投资太大。

当前中国城市规划界在展示规划效果与设计方案时,主要还是通过实地踏勘结合建立规划/建筑模型、规划表现图、动画制作等方式进行,但这些方法都存在或多或少的缺陷。因而急需借助三维建模与

视觉仿真等高新技术手段,将规划方案直观表现出来,帮助规划设计人员进行辅助设计,帮助规划管理人员进行规划设计方案的评审,并为领导的最终决策提供帮助。

结 论

上述成果经专家与规划业务人员审定后认为,该成果具有以下特点:

(1) 整个方案在微机平台上进行,软硬件要求不高

该方案技术路线的实现除最终大数据量合成与三维效果生成需高性能微型计算机外,其余工作皆可在普通微机平台上进行。而软件主要采用自主研发的 IMAGIS 与 CyberCity 软件,因此相对软件成本较低。

(2) 能够充分利用现有的航空遥感资料和地形资料,方便城市基础三维数据的快速采集与更新

城市现状三维模型的建立可以充分利用现有的城市航空遥感资料与矢量地形资料,通过对上述资料的数据处理,快速采集生成城市现状三维模型。同时,利用城市航空遥感资料更新快速的特点,实现对城市现状基础三维数据的快速更新。

(3) 能够实现多来源三维数据的融合

该方案可以同时兼容当前主流的三维数据格式,如:Max、Viz、3ds、3d、Wrl、3dv、Dxf 等。

(4) 成果数据开放,易于普及推广

本方案最终成果采用 Avi、Scm、Mov、Wrl 等常用多媒体或 Internet 虚拟现实格式,几乎支持当前所有主流配置计算机,非常易于普及推广。

(5) 能够根据规划设计与管理审批的不同要求,生成不同的三维辅助成果

一旦城市现状三维数字模型建立,就可根据规划管理审批的不同阶段与不同要求,生成多种规划管理可视化审批成果,供城市规划设计与管理审批使用。

(6) 海量现状三维数据的生产效率显著提高

对于城市现状三维模型的建立来说,当前所采用的主流方法是根据现状建筑的外形与尺寸信息,

或者是该建筑的原始建筑设计资料,采用 CAD 建模的方法来建立城市建筑的现状三维模型。该方法与本次研究成果相比各有其优缺点。但在城市现状三维模型建模量非常大的情况下,本方案对生产效率的提高就显得非常显著。具体成效如图 10 所示。

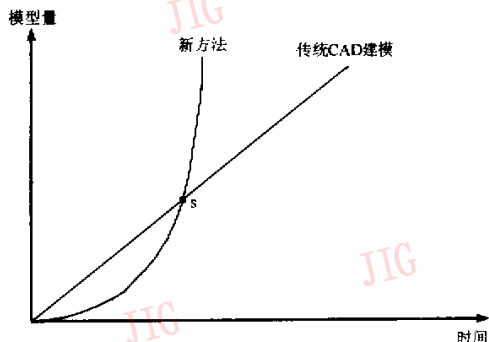


图 10 工作成效对照表

由图 10 可见,当城市现状三维模型建模工作量不大时,采用传统 CAD 建模的方法工作效率相对较高,因为采用本研究方案将在航空遥感资料处理上花费一定的时间。但当城市现状三维模型建模量达到一定规模时,采用本方法的好处就非常显著了。对于两种方法工作量平衡点“S”的确定,作了大量的测定工作。经试验分析,在理想情况下,二者的平衡点“S”约为 500 栋建筑。而这里所谓的理想状况是指在开始工作前已经掌握目标地区城市现状建筑的外形与尺度信息,或已经得到了这些现状建筑的原始建筑设计资料。而这种情况在现实工作中几乎是不存在的。现实情况是如果要得到城市现状建筑的完整外形与尺度信息的话,必须通过外业测量或从城建档案馆调档的方法才能得到。如果考虑这些因素的话,那么这个“S”平衡点最多为 100 栋建筑,而且还不算就此多投入的大量人力物力。相对于动辄涉及数平方公里、数百上千栋建筑的规划三维模型建模量来说,采用此方法的好处是毋庸置疑的。

三维可视化技术与虚拟现实技术的结合是第四代 GIS 发展的必然趋势,也是 GIS 发展的新方向。本文所介绍的 IMAGIS 系统及其在城市规划应用的技术路线,为三维可视地理信息系统的进一步完善和发展,提供了有益的思路 and 实现方法。