广州大学

本 科 毕 业 论 文

论文题目 基于GIS的城市三维景观动态仿真技术研究

学　　院 地理科学学院

专　　业 地理信息系统

班　　级 01地理信息系统

姓　　名 任剑锋

学　　号 0107443130

指导教师 陈颖彪副教授

完成日期 2005年5月20日

基于 GIS 技术的城市三维景观动态仿真技术研究

任剑锋

（广州大学 地理科学学院 01 信本，广东省 广州市 510405）

摘 要 虚拟城市是三维城市地理信息系统的前沿领域，该文对如何建立城市三维景观进行了初步的探讨研究，概述了城市三维仿真的发展概况和基本原理，分析了建立城市三维景观的两种方法路线，重点介绍了三维场景的建模、动态仿真和实时驱动的实现方法，并提出了城市三维景观动态仿真技术的作用、意义和发展前景。最后总结了城市三维仿真与 GIS 结合应用的可能性和发展方向，并制作出城市三维景观动态仿真的应用实例。

关键字 虚拟城市，三维 GIS，三维景观动态仿真，Open Flight

目　录

前言……(3)
1 三维ＧＩＳ技术……(3)
1.1 三维ＧＩＳ技术及其特点……(3)
1.2 三维ＧＩＳ发展现状……(4)
1.3 三维ＧＩＳ相关软件发展概况……(4)
2 城市三维景观动态仿真的原理……(4)
2．1 三维仿真虚拟现实技术的基本特征……(4)
2．2 三维仿真虚拟现实技术的应用范畴……(5)
2．3 三维仿真虚拟现实技术的基本原理……(5)
3 城市三维景观研究的主要内容……(6)
3．1 实地考察，采集属性数据和纹理数据……(6)
3．2 三维建模……(6)
3．3 三维模型渲染输出……(6)
3．4 实时驱动实现空间漫游……(6)
3．5 嵌入多媒体（声音、图像、影像）数据模块……(6)
3．6 视频输出实现城市三维景观……(6)
4 城市三维景观的技术路线、关键技术和实现方法……(7)
4．1 技术路线……(7)
4.1.1 基于 AUTOCAD 和 3DS MAX 的三维仿真技术……(7)
4.1.2 基于 Multigen Creator 和 Vega 的虚拟现实技术……(7)
4．2 关键技术……(8)
4.2.1 三维模型的放样、拉伸、路径设置等技术……(7)
4.2.2 三维渲染中的材质与贴图技术处理……(7)
4.2.3 三维模型的数据处理技术……(7)
4.2.3 三维模型的数据处理技术……(7)
4.2.4 三维实时驱动技术……(7)
4．3 实现方法……(12)
4.3.1 AUTOCAD 和 3DS MAX 结合进行城市三维景观动态仿真……(7)
4.3.2 运用 Multigen Creator 和 Vega 进行城市三维景观动态仿真……(7)
5 城市三维景观动态仿真技术的作用和意义……(23)
5．1 城市三维景观动态仿真技术的作用……(23)
5．2 城市三维景观动态仿真技术的意义……(24)
6 结论……(24)
参考文献……(25)

前 言

城市是人类社会生活的聚居地，作为人口、资源、环境和社会经济要素的地理综合体，城市与人们的生活息息相关，城市的结构、面貌及规划状况将直接影响人们的生活。由于城市是一个在空间、时间上动态变化的有机系统，对它的描述也越来越困难。另外，现代城市的信息量正快速增加，这也迫使人们寻求解决信息爆炸与信息需求之间的矛盾。以往只以一张城市规划图来了解城市的做法现在已显得无能为力，现代社会的发展要求控制城市的总体景观,要求建立三维甚至四维(包括时间维)的城市景观模型，虚拟城市就是在这样的社会需求下产生的。而且，虚拟城市是三维 GIS 研究的前沿领域。目前，城市三维景观动态仿真技术主要应用于旅游规划、广告宣传、城市规划、工程模拟和三维演示等。

1 三维ＧＩＳ技术

1.1 三维ＧＩＳ技术及其特点

三维ＧＩＳ是当前诸多应用领域对ＧＩＳ发展的需要，是近年来兴起的高科技前沿研究领域。与二维ＧＩＳ相比，它具有连续的数据结构和与之相应的分析功能，可从空间的角度分析和显示物体 ,从而帮助人们更加准确真实地认识感受客观世界。在三维ＧＩＳ中，空间目标通过Ｘ，Ｙ，Ｚ三个坐标轴来定义，不同于二维ＧＩＳ中把垂直方向的第三维信息简单抽象成一个单一属性值的处理。第三维坐标的增加使得ＧＩＳ中的空间关系也不同于二维ＧＩＳ，其复杂程度更高。三维ＧＩＳ的研究对象可以归纳为 4 类，即点、线、面、体，其中的线不仅包括二维ＧＩＳ中的平面曲线，还包括三维中特有的空间曲线，面不仅包括二维平面，还有三维中的空间曲面，而体则是三维中特有的研究对象。三维空间数据库是三维ＧＩＳ的核心，三维空间分析的可操作性则是其独有的功能。三维ＧＩＳ以立体造型技术给用户展现地理空间现象，不仅能表达空间对象间的平面关系，而且能描述它们间的垂向关系，以形象客观地描述真实世界。因此，三维ＧＩＳ在景观规划设计界有着广泛的应用前景。

1.2 三维ＧＩＳ发展现状

GIS 经过三十多年的发展，理论和技术日趋成熟，应用已深入到测绘、土地、环境、电力、交通等诸多领域。但是目前的 GIS 主要局限于 2 维或 2.5 维空间数据的表达和处理，难以真实再现人们所生存的现实的三维客观世界，不能满足人们对三维地物的查询分析要求。在应用需求和计算机技术、图像图形处理技术等相关技术发展的多重推动下，GIS 从二维进步到三维成为其发展的必然。由于三维 GIS 的巨大的应用潜力，众多科研机构、高等院校、公司积极投身于三维 GIS 的开发研究之中。但是由于三维 GIS 的理论和技术远比二维 GIS 复杂，其研究还处于探索阶段，很多实际问题有待解决。

1.3 三维ＧＩＳ相关软件发展概况

迄今为止,国际国内还没有一个成熟、完整的三维ＧＩＳ系统,与三维ＧＩＳ相关的系统大多集中在三维可视化和三维仿真方面,如 3DSMAX、Multigen Paradigm VEGA、Multigen Paradigm CREATOR 及各种ＣＡＤ软件等,也有一些三维系统部分实现三维 GIS 的功能,比较有名的软件有:ERDAS 公司的 Imaging Virtual GIS、ESRI 公司的 ArcView GIS 3Danalyst,ArcInfo 3DX，适普公司的 IMAGIS,吉奥的 CCGIS 等。其中,ERDAS 的 Imaging Virtual GIS 是 ERDAS Imagine 软件的一个附加模块,是一个功能强大,支持栅格、矢量、注记等多种数据的三维可视化分析工具,它超越了简单的三维显示和简单飞行,可完成在 3D 环境中观察图像或建立贯穿飞行,并能完成在虚拟地理信息环境中进行交互操作、查询检索、通视性分析(View Shed)等等。

2 城市三维景观动态仿真的原理

2．1 三维仿真虚拟现实技术的基本特征

三维仿真虚拟现实技术在 20 世纪 90 年代初逐渐为各界所关注，并在商业领域得到了较大的发展。这种技术的特点在于，通过将计算机图形构成的三维数字模型编制到计算机

中去产生逼真的“虚拟环境”，使得用户在视觉上有一种虚拟环境的感觉，这也就是虚拟现实技术的第一个特点——浸没感或临场参与感。三维仿真虚拟现实与通常 CAD 系统所产生的模型及传统的三维动画是不一样的，它不是一个静态的世界，而是一个开放、互动的环境。虚拟现实环境可以被使用者通过控制与监视装置来影响，具有交互性的特征。另外，三维仿真虚拟现实不仅仅是一个演示媒体，而且还是一个设计工具，它以视觉形式反映了设计者的思想。即通过虚拟现实可以把构思变成看得见的虚拟物体和环境，使以往只能借助传统沙盘的设计模式提升到数字化的完美境界，大大提高了设计和规划的质量与效率，这就是它的第三个特征——想象性。

2．2 三维仿真虚拟现实技术的应用范畴

随着三维仿真虚拟现实技术的发展，它的诸多特性开始为测绘、土地、环境、电力、交通、军事、城市建设、生物、医学、机械设计等行业所重视，各国也都开始对三维仿真技术的应用进行深入研究，并取得了良好的应用成果。

2．3 三维仿真虚拟现实技术的基本原理

三维仿真虚拟现实技术的基本原理是通过三维建模软件在三维空间建立与现实物体一样的三维模型，然后获取现实物体的属性和纹理数据对模型进行渲染，做成仿真模型后再通过数据转换，导出为 Open Flight 文件，最后导入三维实时驱动软件进行三维动态仿真演示。

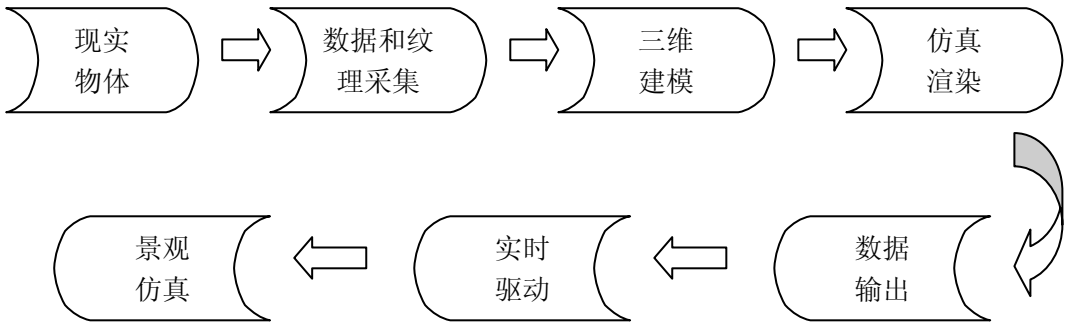


图 2.1

3 城市三维景观研究的主要内容

3．1 实地考察，采集属性数据和纹理数据

对仿真目标进行实地考察，通过测量获得实物的尺寸和位置坐标等属性数据，通过拍摄获得实物的真实纹理数据和参数。

3．2 三维建模

综合运用 AutoCAD、3DSMAX、Creator 的建模软件进行三维建模，尽量把模型做到与实物一样。

3．3 三维模型渲染输出

通过 3DSMAX 和 Creator 为三维模型赋予各种各样的真实材质和贴图，并输出为图形、动画、Open Flight 文件等。

3．4 实时驱动实现空间漫游

在 Vega 中对三维模型进行实时驱动和碰撞检测，并通过人机交互进行空间漫游、输入定位、信息查询等。

3．5 嵌入多媒体（声音、图像、影像）数据模块

为视频动画和空间漫游加入声音，片头，特效等，在视觉，听觉，感觉上达到完美的仿真效果，让人仿佛置身其中。

3．6 视频输出实现城市三维景观

最后，根据用户要求，输出修改完善好的视频，实现城市三维景观动态仿真。

4 城市三维景观的技术路线、关键技术和实现方法

4．1 技术路线

4.1.1 基于 AUTOCAD 和 3DS MAX 的三维仿真技术

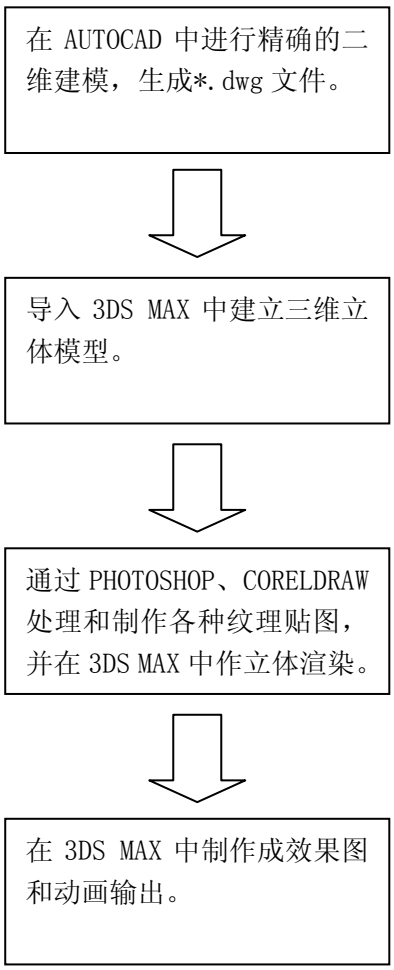


图 4.1

4.1.2 基于 Multigen Creator 和 Vega 的虚拟现实技术

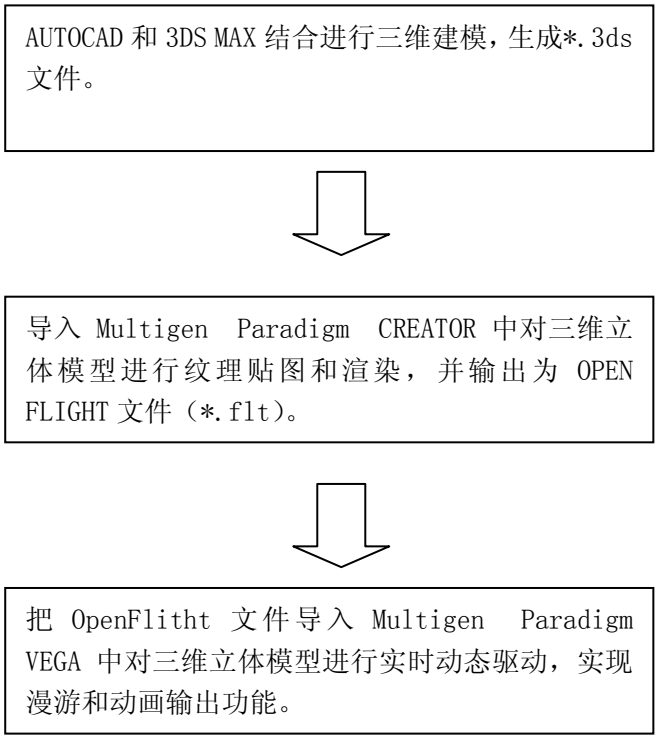


图 4.2

4. 2 关键技术

4.2.1 三维模型的放样、拉伸、路径设置等技术

三维建模主要由 AUTOCAD 和 3DS MAX 完成，在建模过程中使用到的关键技术有：精确的捕捉定位、拉伸、放样、旋转、布尔运算等。

- 精确的捕捉定位

  在 AUTOCAD 里善用点捕捉、线捕捉、交点捕捉、中心捕捉等功能，在 3DS MAX 里善用二维捕捉、三维捕捉、角度捕捉等功能来达到模型的精确定位。

- 拉伸

  拉伸主要针对二维图形进行操作。通过拉伸生成实体模型，使二维的图形成为有一定厚度的物体，在创建物体前首先绘制出对象的二维截面，然后拉伸出厚度。在 3DS MAX 中使用 Extrude 修改器来完成。

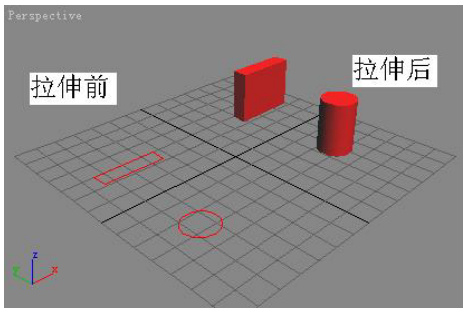


图 4.3

- 放样

Loft Object（放样）是将一个二维形体对象作为沿某个路径的剖面，而形成复杂的三维对象。同一路径上可在不同的段给予不同的形体。我们可以利用放样来实现很多复杂模型的构建。在制作放样物体前，首先要创建放样物体的二维路径与截面图形。在 3DS MAX 中 Loft（放样）可以通过 Get Path（获取路径）、Get Shape（获取图形）两种方法创建三维实体造型。可以选择物体的截面图形后获取路径放样物体，也可通过选择路径后获取图形的方法放样物体。

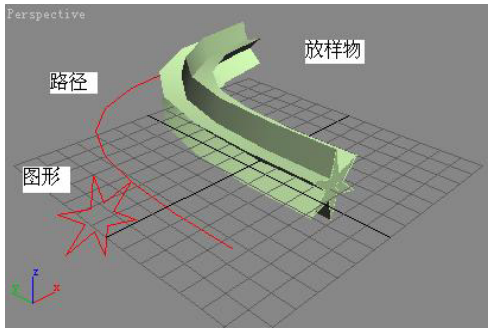


图 4.4

- 布尔运算

Boolean（布尔运算）可对两个相交对象进行差、并、交集运算。在 3DS MAX 中还可对一个物体进行多次的布尔运算，还可对原对象的参数进行修改，并且直接影响布尔运算的结果。

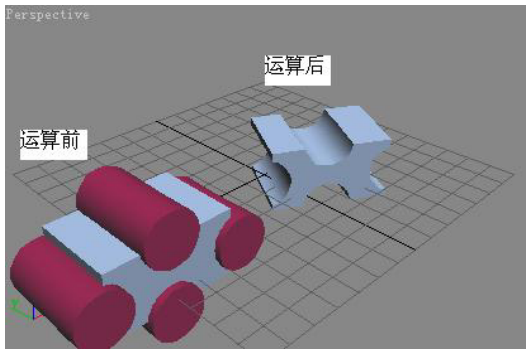


图 4.5

3DSMAX 和 AutoCAD 二者都提供了丰富的建模修改工具,使用这些编辑修改器,可以提高建模速度,并能得到所需要的细节,如倒角、对齐、旋转、阵列、拷贝、移动、缩放、镜像

等,熟练使用这些编辑修改器很有必要。

在三维造型时,应首先构思出欲建立造型的形状,分析一下用何种造型方法最合适。可以用放样造型则最好使用它来造型。也许布尔运算也能够建立,但需要进行多次布尔运算,效果也不理想。可使用拉伸或旋转造型的,就不要使用布尔运算。应以尽可能少和简单的操作,在尽可能少的 CPU 时间内满足设计要求。但这也是相对的,有时使用很少的步骤创建复杂或者难以创建的造型时,是不可能完成的,这时就应考虑是否需要多步来完成这个实体的造型。

4.2.2 三维渲染中的材质与贴图技术处理

三维对象的渲染包括材质和贴图。不同的材质可以表现不同的效果，如金属材质、玻璃材质、透明材质等。贴图是物体材质表面的纹理，利用贴图可以不用增加模型的复杂程度就可突出表现对象细节，并且可以创建反射，折射，凹凸，镂空等多种效果。比基本材质更精细更真实。通过贴图可以增中模型的质感，完善模型的造型，使你创建的三维场景更接近现实。3DSMAX 中最简单的是 Bitmap 位图，除此之外还有多种贴图形式。并且可在材质的同一层级赋予多个贴图，还可以通过层级的方式使用复合贴图来混合材质。

如果赋予物体的材质中包含任何一种二维贴图时，物体就必须具有贴图坐标。这个坐标就是确定二维的贴图以何种方式映射在物体上。它不同于场景中的 XYZ 坐标系，而使用的是 UV 或 UVW 坐标系。每个物体自身属性中都有 Generate Mapping Coordiantes 生成贴图坐标。此选项可使物体在渲染效果中看到贴图。我们可以通过 UVW Map 修改器为物体调整二维贴图坐标。不同的对象要选择不同的贴图投影方式。

Bitmap 是较为常用的一种二维贴图。在三维场景制作中大部分模型的表面贴图都须要与现实中的相吻合，而这一点通过其它程序贴图是很难实现的，也许通过一些程序贴图可以模拟出一些纹理，但这也是与真实的纹理有一定差距。在这时候我们大多会选择以拍摄、扫描等手段获取的位图来作为这些对象的贴图。

在 3DSMAX 系统中除了 BitMap 贴图方式外还有多种的贴图方式。其中一些高级贴图如自动反射贴图可以使物体产生真实的反射效果，自动计算反射场景中其它物体。蒙板贴图可以将两种贴图进行组合通过相互遮挡产生特殊效果。通过这些高级贴图的使用可以使场景中的对象更具真实感。

4.2.3 三维模型的数据处理技术

当三维建模完成以后，我们需要对数据进行处理和转换。其中，关键是把*.3ds 文件转换为 Multigen 的 OpenFlight 文件格式(文件名后缀为.flt)。由于场景数据极为庞大,

无法同时转换,我们首先将场景划分为多个独立的物体(Object),将这些物体分别进行格式转换,生成单独的场景文件,最后在 Vega 中综合形成完整的虚拟场景。

为了使转换后的模型适应实时应用的需要,必须进行一些简化。在 Creator 中,模型的简化工作可分为两类:一类是采用一些简化模型,由用户进行简化；另一类是由程序自动生成不同细节的模型,根据“远虚近实”的思想,建立细节层次模型。作者进行模型简化的规则是:第一,去掉隐藏的多边形；第二,当模型不太影响视觉效果时,可用二维图形代替三维模型；第三,以简单的轮廓代替复杂模型的细节；第四,由纹理来代替细节。

数据分块处理和分层技术是 Multigen 数据处理的两大重要技术。数据分块处理即是将数据分成若干块,在使用时实时动态地调用相应块的数据；分层技术即ＬＯＤ技术(Level Of Detail),根据观察视点的位置,来确定模型的精细程度,距离视点近的模型精细度高,而距离视点远的模型精细度低,距离可以定义,然后模型会自动调整精细程度。采用分块和分层技术大大优化了数据的处理,使得数据处理更加合理、高效。

4.2.4 三维实时驱动的关键技术

利用 Vega 开发平台和工具集,可以开发出具有实时性,交互性的应用程序,用户可以通过鼠标和其它设备操纵,从各个不同的角度观看物体,就好像你把物体拿在手中任意翻转一样；同时,用户还可以选择不同的操作模式,如高空飞行、地面行走、按指定路径运动等等,通过控制鼠标和其它设备,可以从各个方向以不同的运动模式来观看周围的景色,这就如同站在一个景点的中央环绕四周一样,有身临其境的感觉。

基本的实时应用过程：

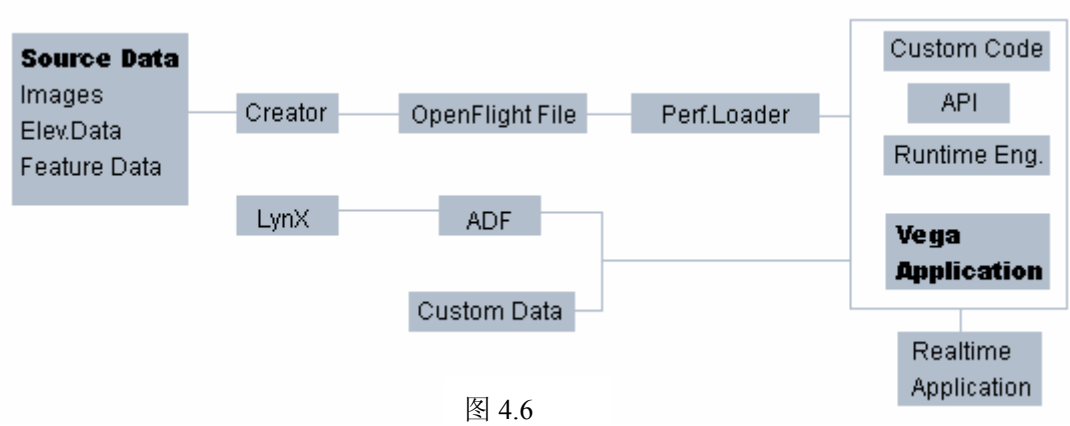


图 4.6

在实时应用中，Vega 系统对每一帧的处理分为三个阶段： Application(应用程序)、Cull（截取)、Draw（绘制)。

（1） Application(应用程序)

计算控制设备（如键盘、游戏杆、VR 头盔等）的输入；

载入数据；

计算视点和模型的位置。

（2）Cull（截取）

搜索数据结构，将可能在当前屏幕显示的部分加入显示列表；

将不显示的部分从内存中清除。

（3）Draw（绘制）

将显示列表写入帧缓冲；

绘制当前帧。

4．3 实现方法

4.3.1AUTOCAD 和 3DSMAX 结合进行城市三维景观动态仿真

AutoCAD 和 3DSMAX 软件是目前工程界应用最广泛的两种软件。AutoCAD 软件在构造、编辑二维图形方面功能强,使用方便,并且开放性好,有 Auto LISP 编程语言的支持等许多优点。而 3DSMAX 软件在三维造型、动画和渲染等方面有很大的优越性。

(1)3DSMAX 提供给用户一个功能强大的三维建模环境,它有着良好的用户界面,提供了能够精确建模的工具。AutoCAD 具有精确的三维建模能力,可以处理大量相对信息的复杂结构,但其三维建模环境不如 3DSMAX,亦没有 3DSMAX 中丰富的建模工具,并且它不具备象 3DSMAX 所具有的顶级渲染和动画制作能力。

尽管 3DSMAX 有很强的建模能力,但对于三维技术建模来说,还需要和 CAD 程序结合使用,这有以下几个方面的原因：

A. 使精确建模更容易。对三维技术建模来讲,要求三维对象外观及其空间位置的高度精确。AutoCAD 按双精度存储数据,而 3DSMAX 为提高速度采用单精度方式。有时,使用 AutoCAD 建模比用 3DSMAX 建模可以更快的达到需要的精度。

B. 利用大量已存在的模型信息。在 AutoCAD 中,包含有很多的结构和详细的制造部件,可能有需要的信息。大量的制造者提供了很多的 AutoCAD 模型,可以直接加以使用。

C. 利用特殊的 AutoCAD 应用程序。与 3DSMAX 相比,AutoCAD 有着开放的体系。可以在其上开发许多特殊的程序,完成各种行业的复杂任务。当在 3DSMAX 中需要完成类似的任务时,应了解 AutoCAD 是否已将类似问题做过优化,能引用并做进

一步处理。

D. 结合二者长短,能够更迅速方便的建模。

(2)3DSMAX 与 AutoCAD 都是 AutoDesk 公司的产品,二者之间的坐标系精确配合,信息、数据能够正确快速的转换。目前有三种文件格式可以在 3DSMAX 与 AutoCAD 间交换几何数据：*.dwg，*.dxf，*.3ds。应在何时使用何种格式,分述如下：

A. *.dwg 格式。这种格式能提供 3DSMAX 与 AutoCAD 间几何上和组织方法上的转变,但它不转换材质或贴图信息。这种格式能够在 3DSMAX 与 AutoCAD 的转换过程中保持几何体在两种环境中可能具有的最高精度。如果希望最大限度的保持几何体在转换中的精确、尽可能参数化及希望数据在 3DSMAX 与 AutoCAD 间来回转换,可使用这种格式。

B. *.dxf 格式。它为众多的 CAD 和建模程序间的一般信息转换建立了一个标准。其优点是能将 AutoCAD 的模型直接转换为网格对象,并能"加盖"封闭实体。如希望完全转换为显式网格时,使用*.dxf 格式比较理想。

C. *.3ds 格式。这是 DOS 环境下 3DStudio 产品的基本格式,并且也是当前从二者之间转换材质和贴图的唯一方法,如想保留或从 AutoCAD 中引入材质和贴图,应使用这种格式。

(3)AUTOCAD 和 3DSMAX 的具体建模过程如下：

A.AUTOCAD 建模

◆ 平面建模

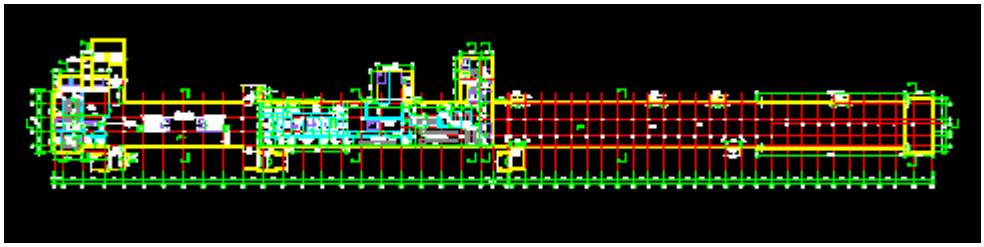


图 4.7

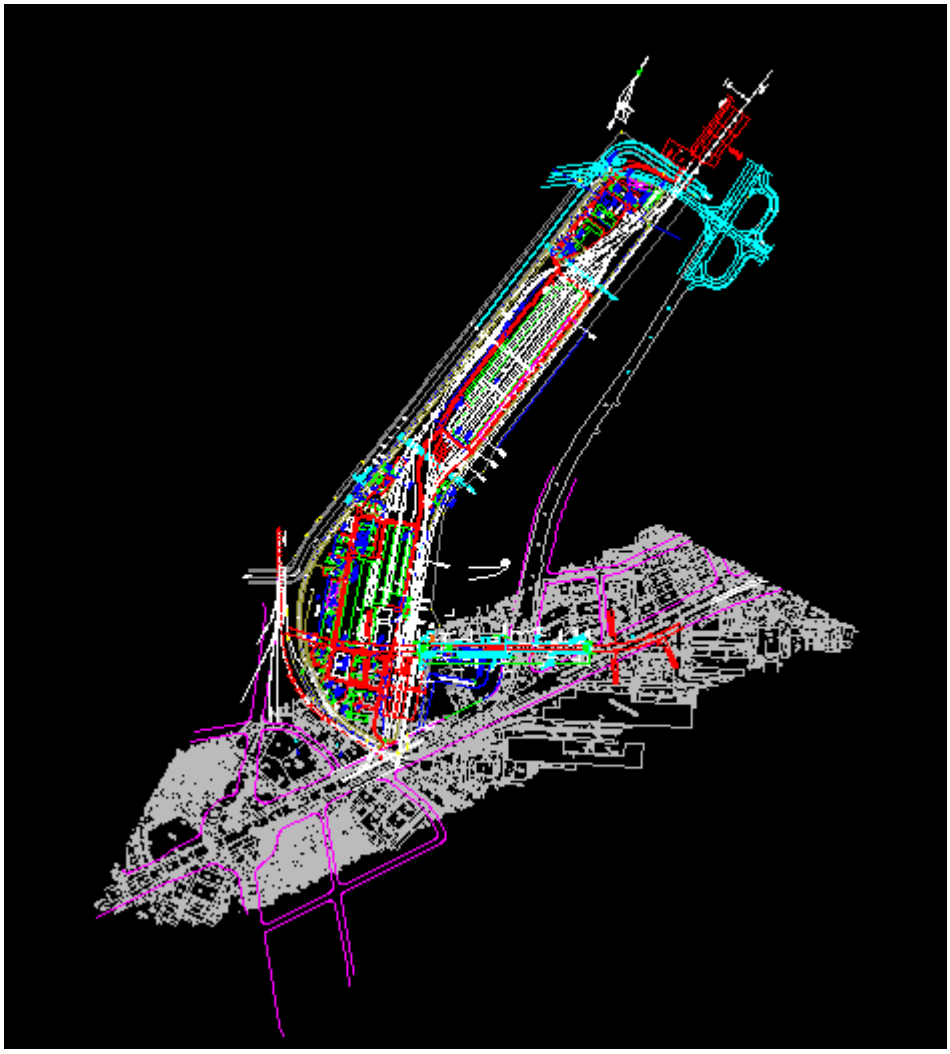


图 4.8

◆ 立体建模

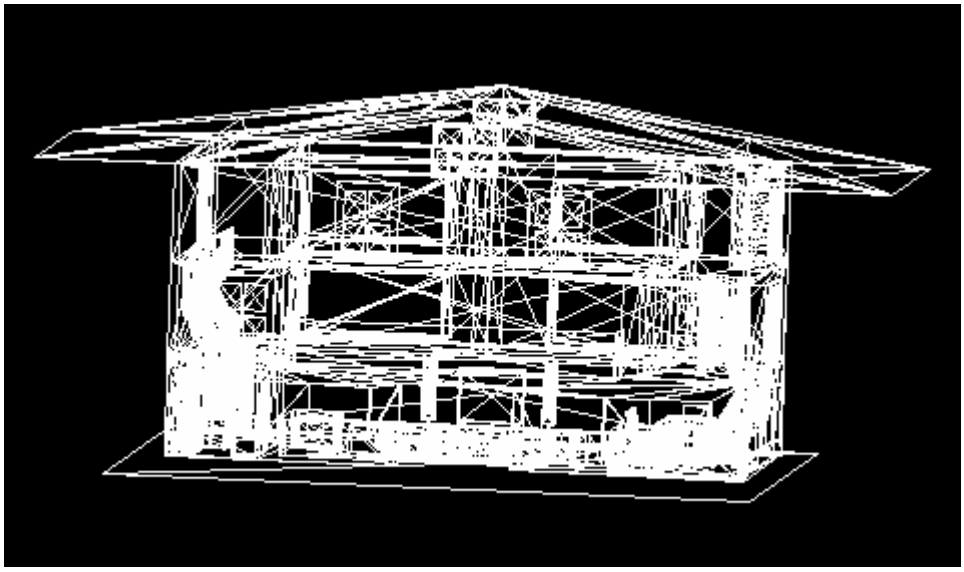


图 4.9

B. 3DSMAX 建模

◆ 导入 CAD 模型，进行模型重建和修改。

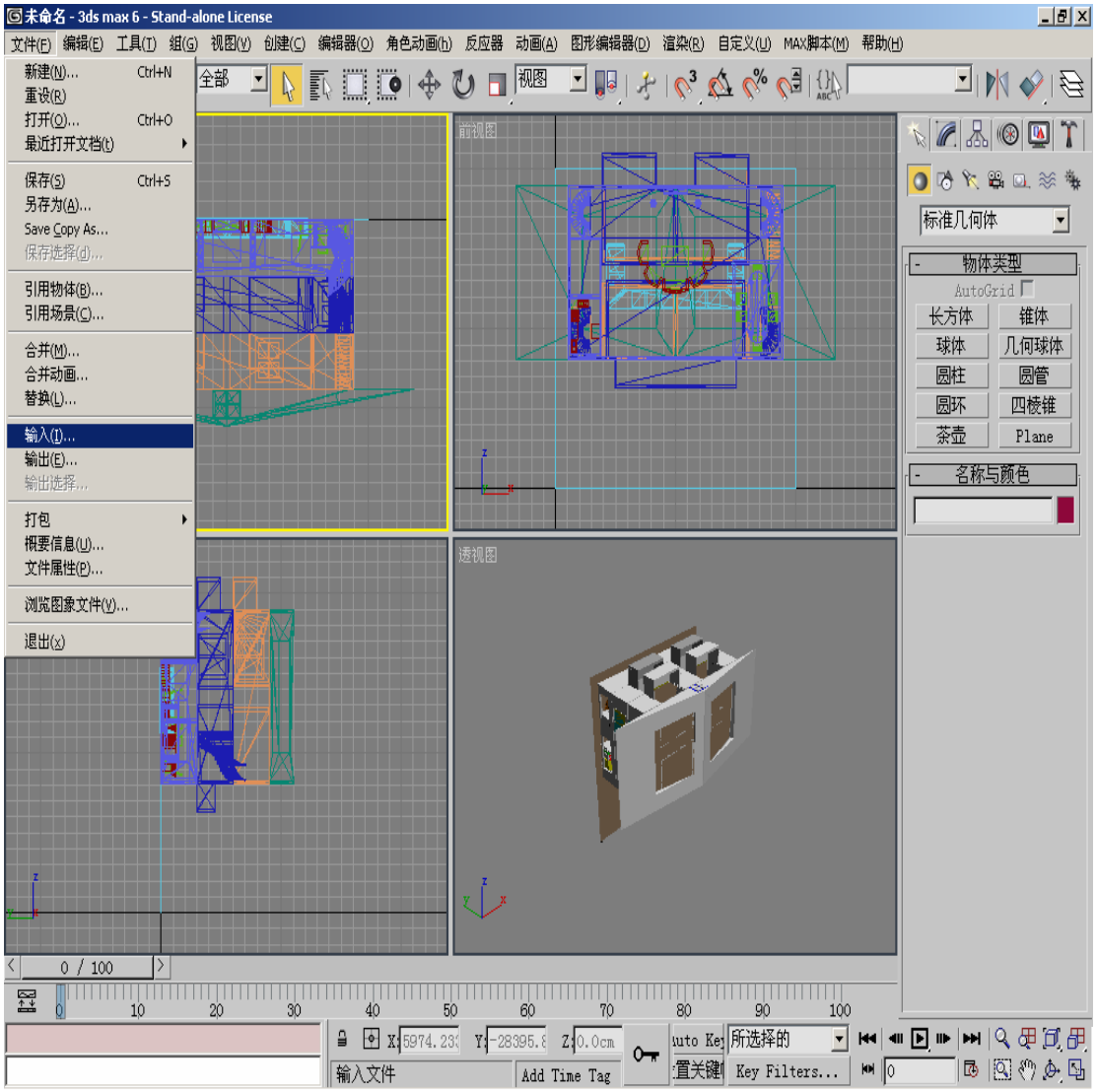


图 4.10

◆ 纹理贴图

贴图是使三维模型产生真实感的重要步骤，贴图的类型很多，二维贴图是最常用的一种，但二维贴图不能满足一些特殊的效果需要，这时就需要使用高级程序贴图来完成。如：光线追踪、反射/折射、混合贴图等。但高级程序贴图的计算量很大，严重影响渲染的速度。因此需要合理的使用二维贴图和程序贴图以达到最理想的效果。



图 4.11 贴图前

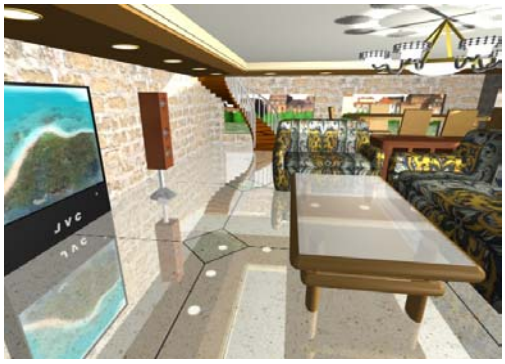


图 4.12 贴图后

◆ 灯光的设置

灯光的设置过程简称为“布光”。布光的顺序是：先定主体光的位置与强度；然后决定辅助光的强度与角度；最后分配背景光与装饰光。这样产生的布光效果就会主次分明，互相补充。

布光还有几个地方需要特别注意：1）灯光宜精不宜多。过多的灯光使工作过程变得杂乱无章，难以处理，显示与渲染速度也会受到严重影响。只有必要的灯光才能保留。另外要注意灯光投影与阴影贴图及材质贴图的用处，能用贴图替代灯光的地方最好用贴图去做。例如要表现晚上从室外观看到的窗户内灯火通明的效果，用自发光贴图去做会方便得多，效果也很好，而不不要用灯光去模拟。2）灯光要体现场景的明暗分布，要有层次性，切不可把所有灯光一概处理。根据需要选用不同种类的灯光，如选用聚光灯还是泛光灯；根据需要决定灯光是否投影，以及阴影的浓度；根据需要决定灯光的亮度与对比度。如果要达到更真实的效果，一定要在灯光衰减方面下一番功夫。可以利用暂时关闭某些灯光的方法排除干扰对其他的灯光进行更好地设置。3）要知道 MAX 中的灯光是可以超现实的。要学会利用灯光的“排除”与“包括”功能绝对灯光对某个物体是否起到照明或投影作用。例如要模拟烛光的照明与投影效果，我们通常在蜡烛灯芯位置放置一盏泛光灯。如果这盏灯不对蜡烛主体进行投影排除，那么蜡烛主体产生在桌面上的很大一片阴影可能要让我们头痛半天。在建筑效果图中，也往往会通过“排除”的方法使灯光不对某些物体产生照明或投影效果。4）布光时应该遵循由主题到局部、由简到繁的过程。对于灯光效果的形成，应该先调角度定下主格调，再调节灯光的衰减等特性来增强现实感。最后再调整灯光的颜色做细致修改。如果要逼真地模拟自然光的效果，还必须对自然光源有足够深刻的理解。多看些摄影用光的书，多做试验会很有帮助的。不同场合下的布光用灯也是不一样的。在室内效果图的制作中，为了表现出一种金碧辉煌的效果，往往会把一些主灯光的颜色设置为淡淡的橘黄色，可以达到材质不容易做到的效果。

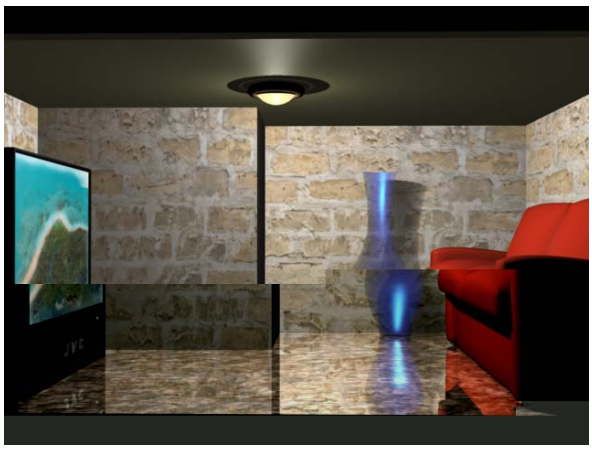


图 4.13

◆ 渲染输出

我们创建三维模型并为它们编辑仿真的材质，其实最终的目的就是要创建出静态或者动态的三维动画效果。通过渲染可以达到这个目的。渲染就是给场景着色，将场景中的灯

光及对象的材质处理成图像的形式。

渲染后的场景可以输出为静态的效果图，也可以输出为动态的三维仿真演示。

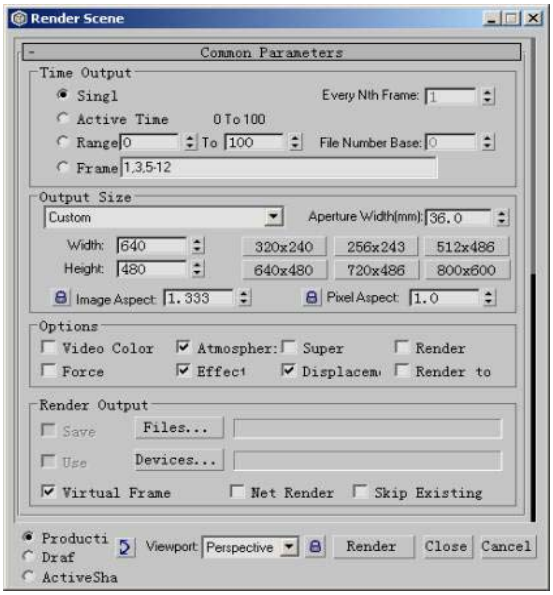


图 4.14

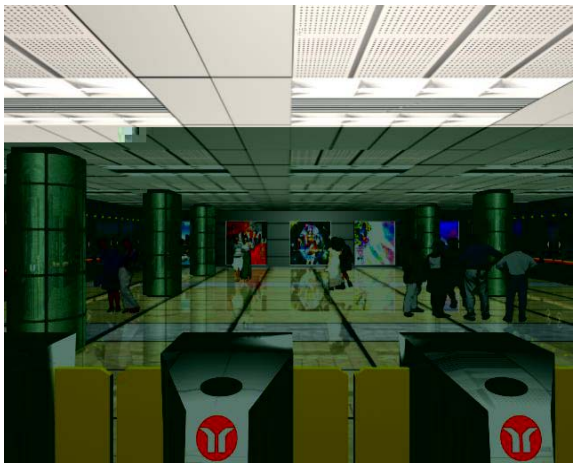


图 4.15

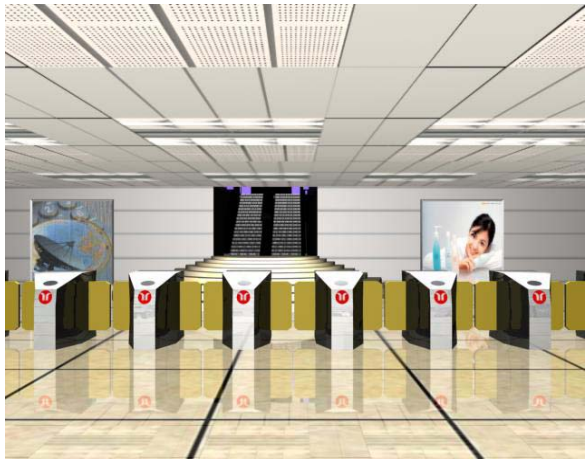


图 4.16

4.3.2 运用 Multigen Creator 和 Vega 进行城市三维景观动态仿真

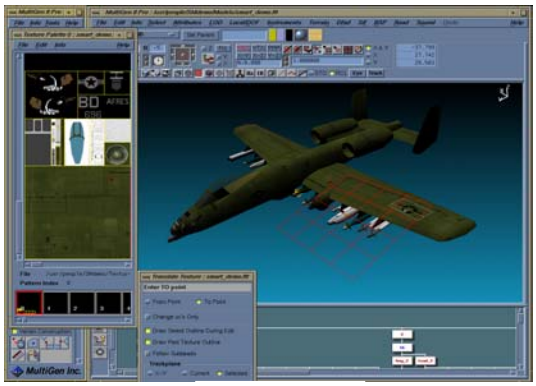


图 4.17

Multigen Creator 系列软件，由美国 Multigen-Paradigm(www.multigen.com)公司开发，它拥有针对实时应用优化的 Open Flight 数据格式，强大的多边形建模、矢量建模、大面积地形精确生成功能，以及多种专业选项及插件，能高效、最优化地生成实时三维（RT3D）数据库，

并与后续的实时仿真软件紧密结合，在视景仿真、模拟训练、城市仿真、交互式游戏及工程应用、科学可视化等实时仿真领域有着世界领先的地位。

(1) Multigen Creator

Multigen Creator 与 3DSMAX 相比，Multigen Creator 具有许多更专业的建模工具和专业模块。它的基本模块为：Creator（Base Creator）和 Creator Pro（是 Base Creator 的扩展集）。基本选项两种：

A. Terrain Bundle（大面积精确三维地形功能集成，需 Creator Pro 模块）；

Terrain Pro 是一种快速创建大面积地形/地貌数据库的工具，用 Project 统一管理各种资源（地形数据、纹理、文化特征等）。它可以使地形精度接近真实世界，并带有高逼真度三维文化特征及纹理特征。它利用一系列三角化算法及大地模型，自动建立并转换地形，同时保持与原型一致的地理方位。通过纹理贴图，生成可与照片媲美的地形，包括道路、河流、市区或其他特征区域，如：机场、港口、工厂等。

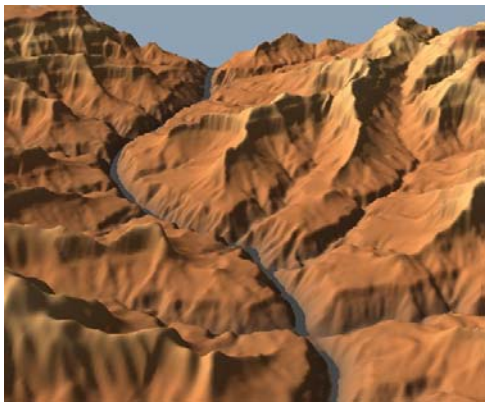


图 4.17



图 4.18

B. Road Tools（标准道路生成工具，与 Base Creator、Creator Pro 均能结合）。

Road Tools 扩展了 Creator 的功能，用高级算法生成标准路面数据，特别可用于车辆设计、驾驶培训、事故重现等驾驶仿真应用。

特点：符合 AASHTO(美国国家高速公路&交通协会)标准的三维几何构造； 多重 LODs 生成； 自动的纹理贴图； 道路横截面定义； 路边的几何结构； 反射物、交通标志、路灯等路边几何模型的自动放置； 有关的道路中线及分道线的定义及输出；可模拟驾驶效果，浏览已做好的路面（Drive Roads）。



图 4.19



图 4.20

(2) Paradigm-Vega

VEGA 是开发实时视觉和听觉仿真、虚拟现实和通用视频应用的业界领先的软件环境。它把先进的仿真功能和易用的工具结合到一起，创建了一种使用最简单，但最具创造力的体系结构，来创建、编辑和运行高性能的实时应用。VEGA 包括图形环境 Lynx，一套可以提供最充分的软件控制和最大程度灵活性的完整的应用编程接口，一系列相关的库和 AudioWorks2 实时多通道音响系统。 可选模块进一步增强了在特定应用中的功能。VEGA 及其可选模块能运行在视窗 NT 操作系统和 SGI IRIX 操作系统，并支持大量种类的数据库加载器，允许很多种不同的数据库的交互应用，和单或多进程应用的开发。

采用商品化产品减少了风险，提高了设备应用率。

采用持续的、兼容的和易用的编程接口，提高了生产效率。

缩短了开发周期，能达到预期的性能。

减少了在图形方面的编程时间，可以在解决其他问题上，投入更多的时间和精力。

很容易最优化实时性能；很容易观察改变参数带来的变化。

满足开发预算和开发计划。

提高产品的可维护性和良好的产品支持。

(3) Open Flight 格式及 APIs

Open Flight 是 Multigen 开发的，在视觉仿真领域最为流行的标准文件格式。在 Creator2.4 中，采用它最新的 15.70 版。Open Flight 采用几何层次结构和节点（数据库头层次、组、物体、面等）属性来描述三维物体，允许用户直接对层次结构及节点进行操作，保证从大型数据库到物体单个顶点的精确控制。

它的逻辑层次结构及细节层次、截取组、绘制优先级、分离面等功能，使得图像产生器知道何时及如何绘制三维场景，极大地提高了实时系统的性能。

利用 Open Flight APIs(C 语言开发环境)，可以扩展原有的功能及算法，开发用户自定义的数据库实体，它包括：

- 读/写 APIs——一致、有效地读/写 Open Flight 数据；
- Open Flight 扩展 APIs——扩展 Open Flight 格式，以支持特别需求；
- Open Flight 工具 APIs——注册和插入用户自定义的插件和算法；
- DFD（数字特征数据）读/写 APIs——输入/输出非标准的矢量数据。

(4) 基于 Multigen Creator 和 VEGA 的城市三维仿真过程如下：

A.城市建筑物的建模

Multigen Creator 的优势在于大场景地理环境的生成以及浏览，对于单体建筑物的建模并不是这个软件的长处。Creator 的图形基础是基于多边形的图形生成软件，在 Creator 多边形的绘图工具中仅有-多点多边形以及圆形，虽然在 Geomoitry 工具中提供了 Wall，Peak，Sphere，Revolve，Strip Face，Text 等一系列的修改工具，但是仍然不能满足实际场景复杂建筑物的建模需要。因此这里选择了先在ＣＡＤ里面建模，再通过数据转换，把数据导入 Creator 中进行修改调整。流程如下图：

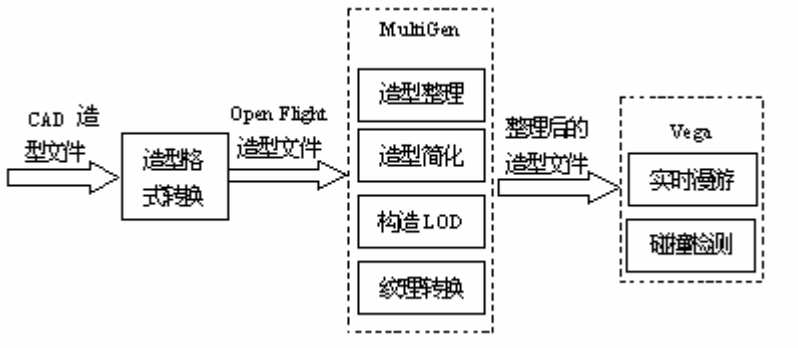


图 4.21 仿真流程图

◆ 数据转换

把 CAD 里的模型输出为 3DS 格式文件，再把 3DS 文件导入到 Creator 中即可把三维模型保存为 Open Flight 格式。

◆ Multigen Creator 中的造型整理

为了适应实时漫游的需求，将 CAD 数据转换成 Open Flight 文件格式之后，仍然需要对造型加以整理，这些工作包括：将造型按照建筑物、材质、纹理以及形状分组，并存储为树形结构；重新构造那些在格式转换过程中发生变形（如曲面拉伸体可能会发生扭曲现象）的造型；造型简化、构造 LOD 层次、进行纹理转换等。其中纹理处理尤

其严格，虽然 Creator 对纹理的格式、大小等并没有很大的限制，但 Vega 对纹理的要求很严格，那些不满足要求的纹理均不能正确显示。因此为了虚拟漫游的需要，我们将 Creator 中所应用到的纹理图像作了以下修改：将纹理文件转换成 Vega 中支持的文件格式：RGB、RGBA、INT、INTA、BMP、JPG；将纹理的大小修改为 Vega 中所规定的长度 2 的 n 次方；如果在 RGB 文件中包含了 α 值，则文件的后缀名必须是 RGBA 才能在 Vega 中正确显示。

B. Vega 实时漫游与碰撞检测

通过 Vega 的 Lynx 工具，我们基本可以不用编写代码而实现碰撞检测功能。由于碰撞检测是一项非常费时的操作，所以应该尽量只与我们感兴趣的物体或面片进行碰撞检测。在 Vega 中，这个功能是通过设置物体或物体中某个部分的 I sector Class 来实现的。为了减少碰撞检测的计算量，在 Creator 中，我们专门构造了一个由透明面组成的用于碰撞检测的物体，它由 terrain 和 wall 两个组构成，通过将这些组的 I sector Class 设置成不同的值，来限制视点所移动的范围，从而得到碰撞。

（5）城市三维仿真系统功能简介

- 实时更新和修改数据

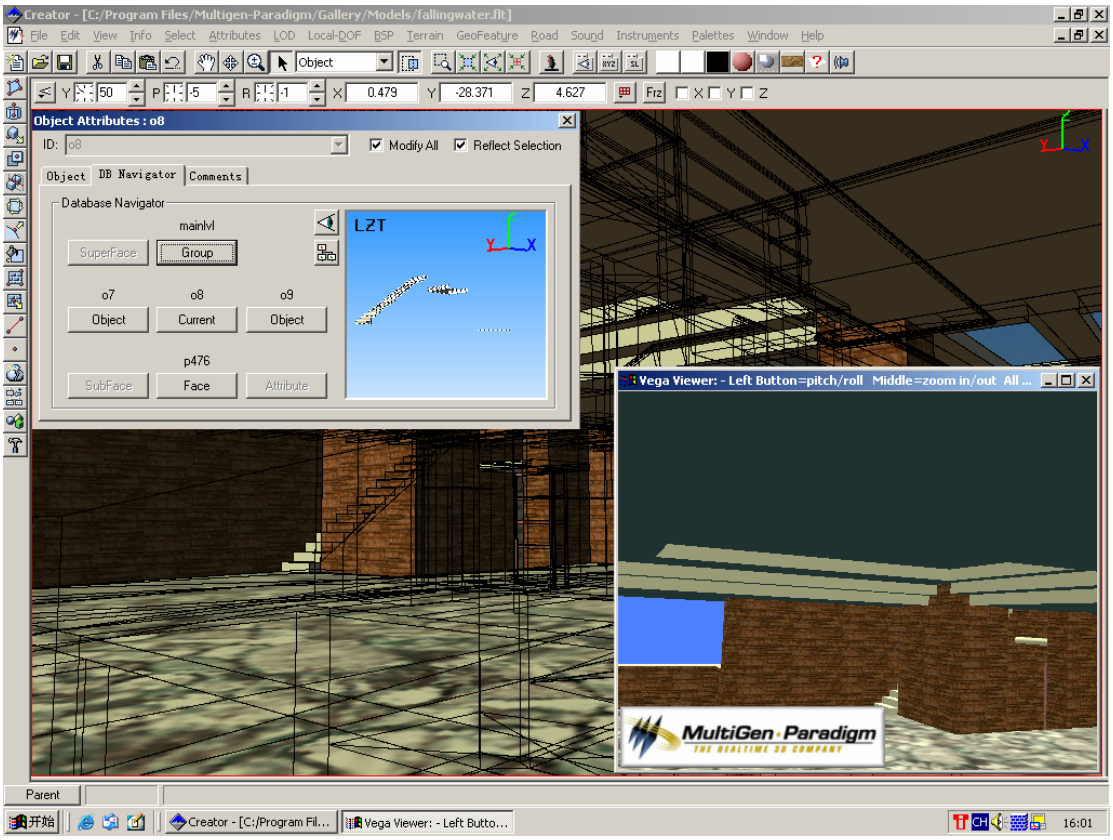


图 4.22

- 实时测量获得数据

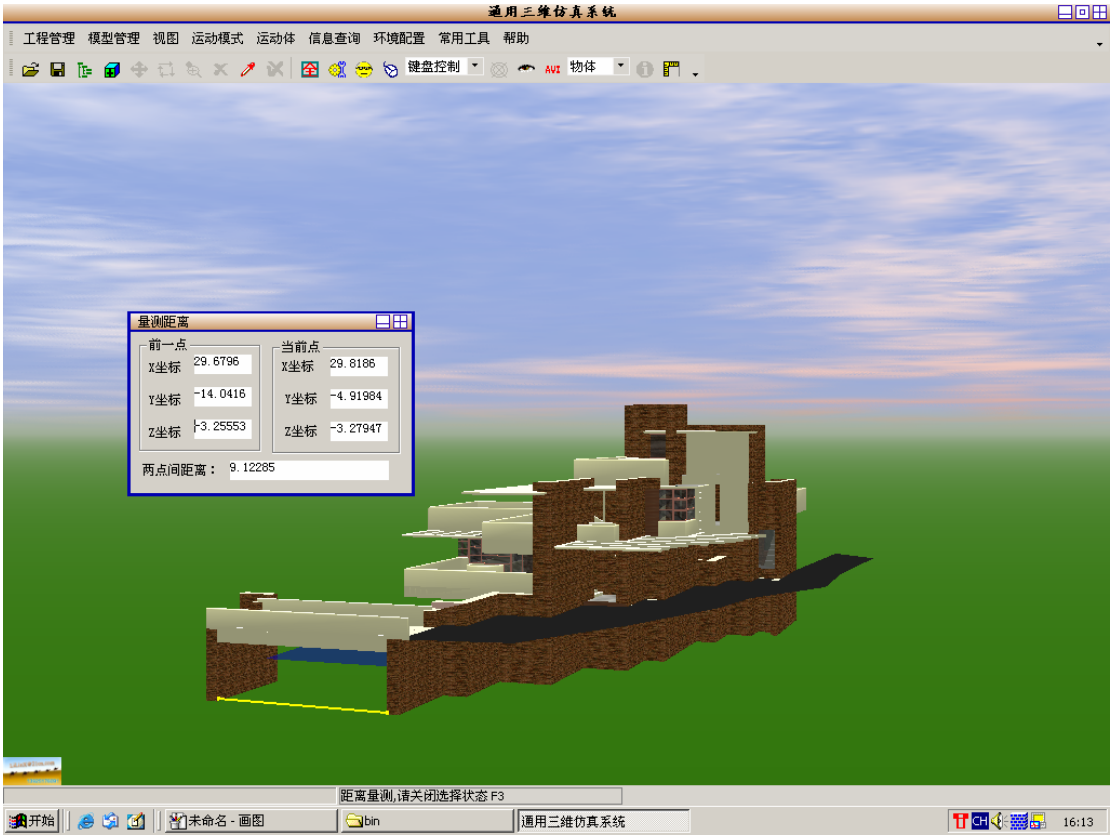


图 4.23

- 实时信息查询

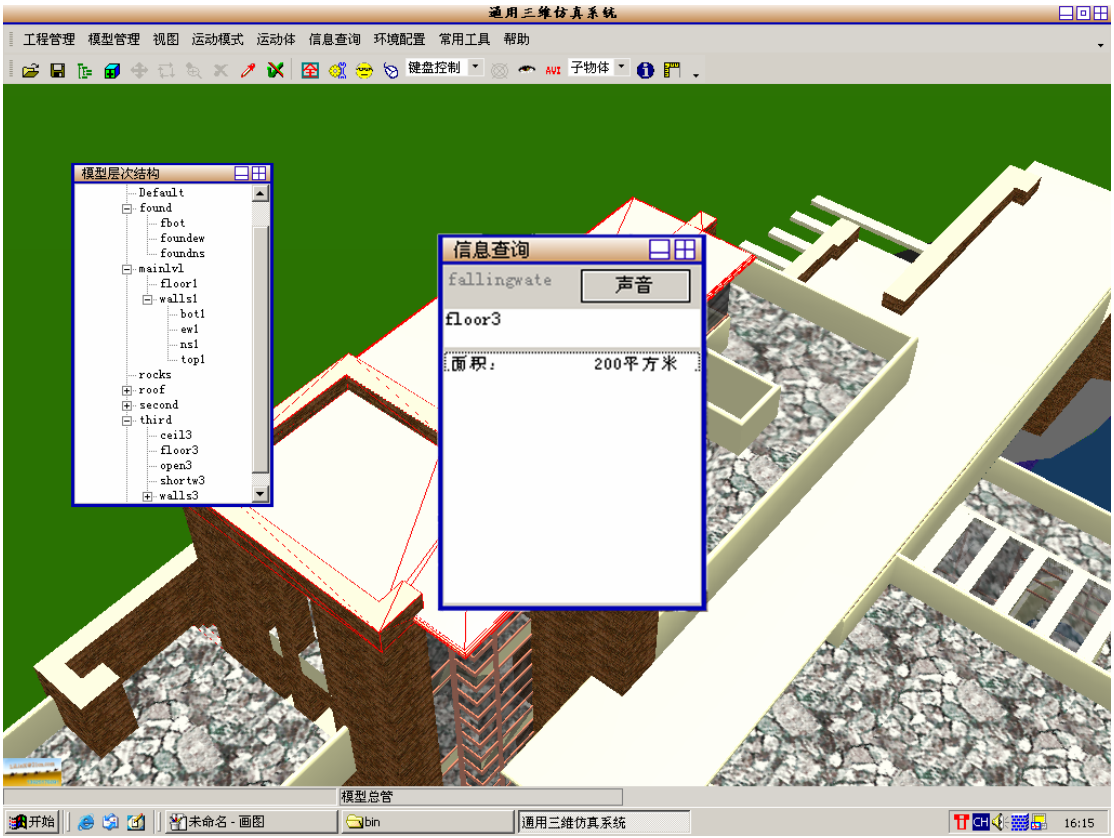


图 4.24

- 条件查询

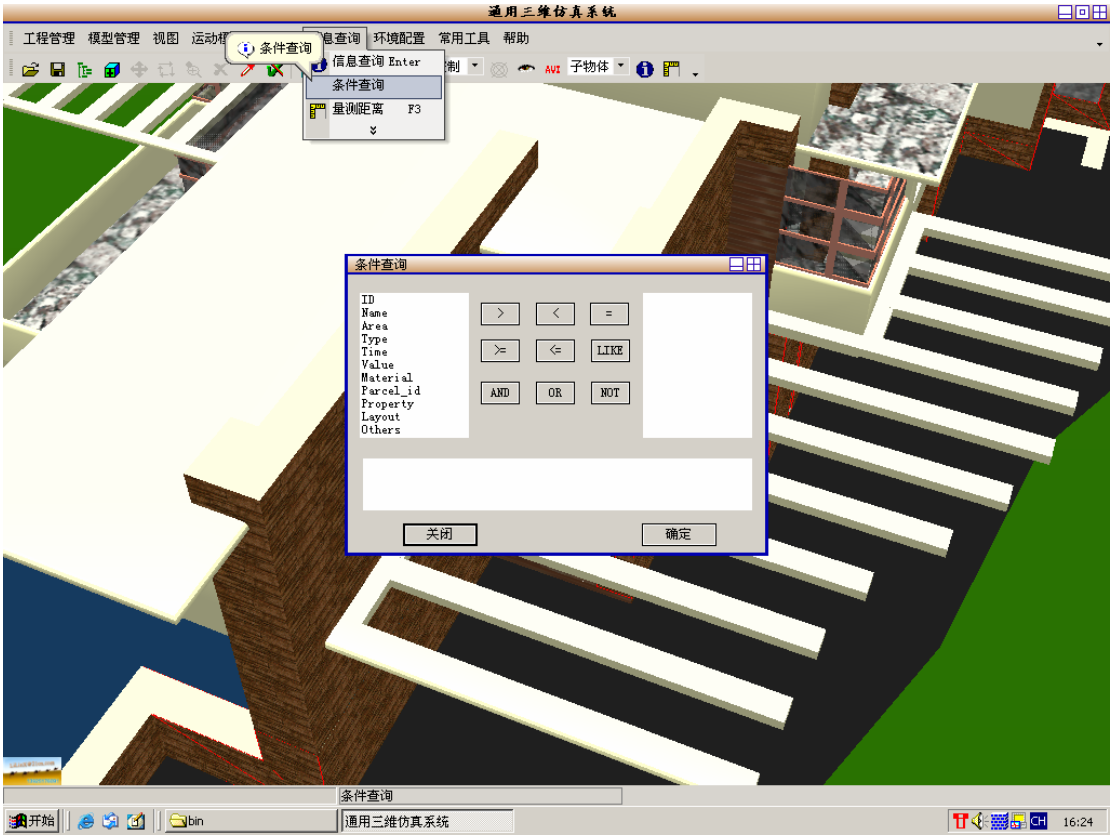


图 4.25

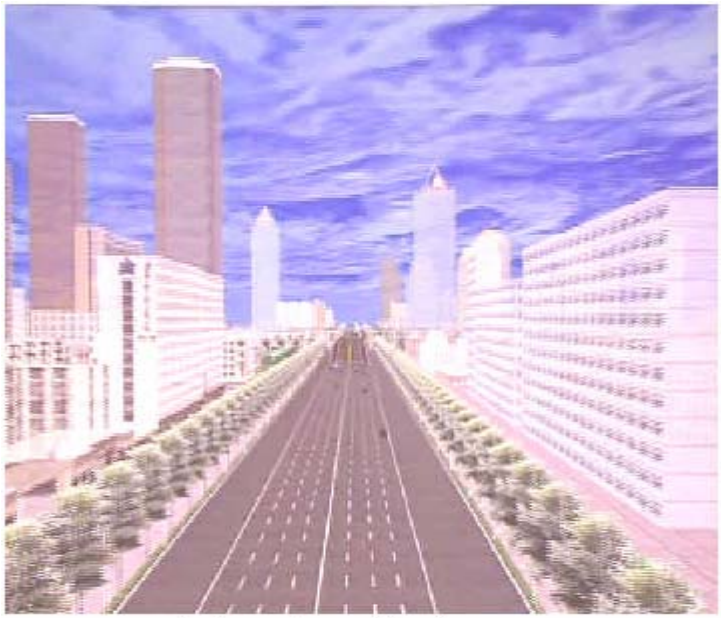
5 城市三维景观动态仿真技术的作用和意义

5．1 城市三维景观动态仿真技术的作用

(1)城市三维景观动态仿真技术对客观世界的表达给人以更真实的感受，它以立体造型技术给用户展现城市空间现象，不仅能够表达空间对象间的平面关系，而且能描述和表达它们之间的垂向关系。

(2)利用城市三维景观动态仿真技术可模拟再现城市景观，其作为城市重要地段和大范围城市设计研究的辅助手段，在我国北京、上海、深圳等一些大城市中也已经取得了一定的研究成果。例如在北京商务中心区、上海浦东开发区、深圳福田中心区的规划中均进行了城市三维仿真技术的初步尝试，并取得了较好的效果。这种技术手段

不仅最大限度地还原了城市现状面貌，而且将规划方案与之嵌合，模拟了方案实施后的城市景观，进行了多视角和动态的城市设计分析及规划方案评价，为城市规划建设和领导决策提供了更为直观、可靠、科学的技术手段。



北京CBD地区三维仿真 图 5.1

(3)应用城市三维仿真系统，我们可以很轻松地进行城市规划方案的调整，大大加快了方案设计的速度和质量。

(4)应用城市三维仿真系统来研究不同的城市问题时，各种特定的功能使我们获得的信息更丰富，研究角度也更全面，从而辅助我们作出更科学、更客观的判断。同时，由于城市三维仿真系统能够实时地对规划项目进行真实的“再现”，很多不易察觉的设计问题就能轻易地被发现，大大减少了由于规划不周全而造成的损失与遗憾。

5．2 城市三维景观动态仿真技术的意义

城市三维景观动态仿真技术为三维地理信息系统和数码城市提供了模型基础和展示平台，对城市的形象展示、广告宣传、城市规划、交通规划、旅游规划、事故模拟、可视化分析管理等方面有重大意义。

6 结论

在传统的二维 GIS 已不能满足应用需求的情况下，三维 GIS 应运而生，并成为 GIS 的重要发展方向之一。综观目前国内外的现状，对于三维 GIS 的研究虽然已取得了很大的进展，但是重点集中在现实世界的可视化表达，缺乏能直接服务于辅助决策的空间分析，三维 GIS 的理论和应用研究总体还处于探索阶段。虽然三维 GIS 可视化技术研究已取得了一定的成果，但在提高海量数据的漫游速度、提高场景的真实感和美感、景观数据库的建立等方面仍有待进一步的深入研究。随着三维数据获取技术的不断发展，三维空间分析及相

关议题将是下一步研究工作的热点，诸如空间关系的描述框架、拓扑空间数据模型、海量数据的漫游算法、网络分析算法等。GIS 的研究对象由二维到三维是该学科进步的必然，人们所生活的现实的三维客观世界为三维 GIS 提供了广阔的发展空间。

三维城市是数字地球的重要组成部分，本文从三维仿真景观和动态显示两个方面详细阐述了三维虚拟城市的实现。三维 GIS 是 GIS 将来发展的趋势和目标，三维仿真技术与地理信息系统相结合，有着非常广阔的应用前景，诸如用于建立虚拟地球体系的结构、综合开发与治理的虚拟实验、科学可视化、土地管理、城市规划、考古模拟、军事模拟等等。

参考文献

[1] 芮小平,杨崇俊,张彦敏.城市虚拟现实研究初探[J].地理学与国土研究,2002,18(3):27~33

[2] 肖乐斌,钟耳顺,刘纪远,宋关福.三维 GIS 的基本问题探讨[J].中国图象图形学报,2001,6A(9):842~848

[3] 阎伟.3DSMAX 与 AutoCAD 结合进行三维技术建模及动画制作方法[J].淮海工学院学报,2000,9(2):27~30

[4] 顾杰,王建弟,周斌,林沁园.三维ＧＩＳ技术在景观规划设计中的应用——以杭州“西湖西进”后景观区域为例[J].地域研究与开发,2003,22(5):10~13

[5] 唐权,姜永发,张雷.基于数码技术的大比例尺城市三维景观虚拟现实技术[J].江苏测绘,2001,24(2):42～48

[6] 王卫红,张文君,吴亚东.将 MultiGen/Vega 虚拟现实场景用于 GIS 的研究与实践[J].陕西师 范大学学报(自然科学版),2003,31(专辑):167~171

[7] 黄晓春,茅明睿,王碧辉.城市规划的一次技术革命——三维仿真虚拟现实技术在城市规划中的应用[M].北京:北京市城市规划设计研究院,2002.65~69

The Research of City Landscape of Three-Dimension Dynamic Simulation Technology Based on GIS Technology

Ren Jianfeng

(Geography Science College, Guangzhou University, Guangzhou 510405)

Abstract Virtual-Reality City (VR City) is one of the most important technologies in 3D Urban GIS. This paper makes a pilot study on the method of how to establish city landscape of three-dimension, generalizes the development of general situation and basic principle of city 3D simulation, analyzes two kinds of methods of the establishment of city landscape of three-dimension, introduces the realize methods of 3D scenes' establishment、dynamic simulation and real-time driving, and put forward function, meaning and

development foreground of the city landscape of three-dimension dynamic simulation technology. Finally, summarizes the possibility and direction of development of combining city 3D simulation and GIS, and makes an example of city landscape of three-dimension dynamic simulation.
Keywords virtual-reality city (VR City), three-dimension geography information system (3D GIS), three-dimension landscape dynamic simulation, open flight