

硕 士 研 究 生 读 书 报 告



题目 基于OpenGL的三维可视化研究

作者姓名 徐欢欢

作者学号 21651172

指导教师 李启雷

学科专业 软件工程

所在学院 软件学院

提交日期 二○一七 年 四 月

Game Sound Exploration

A Dissertation Submitted to

Zhejiang University

in partial fulfillment of the requirements for

the degree of

Master of Engineering

Major Subject: Software Engineering

Advisor: liqilei

By

xuhuanhuan

Zhejiang University, P.R. China

2017

**摘要**

随着信息化的流行和普及，大量、动态、及时、正确可靠的信息成为人类的生产的重要组成部分。而大多数获的信息缺乏直观性和可读性。数据可视化技术应运而生，它的发展使这个问题的解决成为可能。

OpenGL是可视化的一种实现，它是一种常用的三维图形软件包,依据计算机图形学设计而成,符合光学和视觉原理。它提供非常丰富的接口函数,使用户可以创建出交互式程序,生成具有真实感的三维图形,并对其进行控制。在可视化的环境中才能将各种数据和信息及时、动态、直观地反馈给用户。

**关键词**：三维技术，可视化，OpenGL，视图变换

**Abstract**

With the popularity and popularity of information, a large number of dynamic, timely, correct and reliable information has become an important part of human production. And most of the information obtained is not intuitive and readable. Data visualization came into being, and its development made it possible to solve this problem.

OpenGL is an implementation of visualization, it is a commonly used three-dimensional graphics package, based on computer graphics designed to meet the optical and visual principles. It provides a very rich interface function, so that users can create interactive programs, generate a realistic three-dimensional graphics, and its control. In a visual environment in order to a variety of data and information in a timely, dynamic and intuitive feedback to the user

**Keywords:** 3D technology，Visualization，OpenGL，View transformation

[**1** **引言** 6](#_Toc481177897)

[**2** **简介** 7](#_Toc481177898)

[2.1 研究背景 7](#_Toc481177899)

[2.2 主要内容 8](#_Toc481177900)

[3 可视化研究技术 9](#_Toc481177901)

[3.1 三维图片与地形结合显示 9](#_Toc481177902)

[3.2 基于OpenGL的地物显示、地形显示 9](#_Toc481177903)

[3.3 基于DirectX的地物显示、地形显示 9](#_Toc481177904)

[4 三维可视化实现过程 10](#_Toc481177905)

[4.1 OpenGL开发方法 10](#_Toc481177906)

[4.1.1 OpenGL简介 10](#_Toc481177907)

[4.1.2 作图简介 11](#_Toc481177908)

[4.1.3 调用OpenGL 11](#_Toc481177909)

[4.2 原理介绍 11](#_Toc481177910)

[4.2.1 三维立体符号的设计和制作 11](#_Toc481177911)

[4.2.2 三维地形的形成及数据转换 12](#_Toc481177912)

[4.2.3 地形与地物的匹配 12](#_Toc481177913)

[4.2.4 空间数据存储结构 12](#_Toc481177914)

[4.2.5 地物空间分析 13](#_Toc481177915)

[4.3 实现过程 13](#_Toc481177916)

[4.3.1 界面设计 13](#_Toc481177917)

[4.3.2 地形形成 14](#_Toc481177918)

[4.3.3 地物绘制及数据转换 14](#_Toc481177919)

[4.3.4 符号地形匹配 14](#_Toc481177920)

[4.3.5 存储结构优化 14](#_Toc481177921)

[5 三维可视化的现状与未来 16](#_Toc481177922)

[**6** **小结** 17](#_Toc481177923)

[参考文献 18](#_Toc481177924)

# **引言**

随着“数字地球”概念的出现,构建一个可视化、数字化、信息化、虚拟化、网络化、智能化的巨系统不仅是必要的而且是可行的,要实现这样一个庞大而复杂的系统,数据可视化是基拙,只有在可视化的环境中才能将各种数据和信息及时、动态、直观地反馈给用户。本文是在目前可视化技术有较大发展的情况下,研究当前地理空间数据和信息可视化枝术。

# **简介**

## 研究背景

虚拟现实,又称虚拟现实环境,是指由计算机生成的一个实时三维空间,用户可以在其中“自由地”运动,随意观察周围的景物,并可通过一些特殊的设备与虚拟物体进行交互操作。在此环境中,用户看到的是全彩色立体景象,听到的是虚拟环境中的音响,手(或)脚可以感受到虚拟环境所反馈给它的作用力,由此使用户产生一种身临其境的感觉。在虚拟现实中,其关健枝术之一是生成一个实时的、多分辨率的、无级缩放的三维空间。三维可视化(地形与地表景观的显示)是虚拟现实的基拙。

三维可视化研究具有重要的意义。它是实现数字地球的基拙,是三维GIS实

现的基拙,是三维可视化地图实现的关健,是现代化军事发展的需要,是城市规划和旅游区规划的最佳表现手段。数字地球是指数字化的三维可视化的虚拟地球,包括数字化、网络化、智能化与可视化的地球技术系统;数字地球是一次新的技术革命,将改变人类的生产和生活方式,将促进科学技术的发展和推动社会经济的进步.要实现数字地球,其基拙是生成一个实时的三维显示的虚拟地球,即可视化的地球,三维显示的实现是实现数字地球的基拙。三维GIS研究的主要问题是三维可视化与三维空间对象的选择、信息的反馈、数据分析功能的实现。其中,三维可视化是三维空间分析的基拙,三维空间分析中的从几何实体到属性信息的查询和属性信息的SQL查询中三维几何体的选择与动态标注实现的技术必须由三维可视化来解决,三维可视化是三维GIS实现的基础.三维可视化地图的出现使得人们叶地图的阅读更加方便,更加直观、形象,三维可视化地图实现的关健技术是生成一个三维地图,其实质是三维可视化的研究。三维GIS在军事上的应用主要体现在电子沙盘、三维军事演习指挥系统和三维军事训练仿真环境上。与其他应用领域不同的是.军事应用对一真实地形再现、地理数据量算、实时浏览、大场景、多运动物休的要求更严格,因此三维可视化的研究对军事GIS而言更加重要。除上述领域外,三维可视化在其它领域如水利、虚拟工厂、虚拟大厦、驾驶模拟、电子沙盘、旅游规划等研究中也具有极其重要的意义。

## 主要内容

此次读书报告主要介绍了基于OpenGL的三维可视化研究的意义，当前三维可视化方法、OpenGL简介、三维可视化的关键技术，分析了三维可视化的主要

方法；解析了当前进行三维可视化的主要软件及其技术内核并找出了其存在的主

要问题；最后提出了解决问题的方法及本文研究的工作流程。

# 可视化研究技术

当前三维可视化的方法主要有：三维图片与地形结合显示，基于OpenGL的

地物显示、地形显示，基于DirectX的地物显示、地形显示。

## 三维图片与地形结合显示

把三维图片作为一个付象插入到整体地图当中。其中，三维图片是用数码照相机拍摄或直接手工绘制而成的。

## 基于OpenGL的地物显示、地形显示

基于OpenGL的地物显示、地形显示为较多的专业软件所采用，它是利用OpenGL的标准函数进行地物、地形的显示。当前，运用OpenGL开发的软件对地物和地形的显示是各自分别显示，有一些是专用来显示地物的，如早期的3DSTUDIO；有一些是专用来显示地形的，如ARC/INIO和ArcView,但这些软件相互之间没有接口，因此地形与地物的结合显示也无法实现。

## 基于DirectX的地物显示、地形显示

基于DirectX的地物显示、地形显示是利用DirectX的函数进行显示的，由于

DirectX开发的难度较大，主要是在游戏软件设计中运用较多。

# 三维可视化实现过程

## OpenGL开发方法

### OpenGL简介

OpenGL作为一种三维工具软件包，它是开放的三维图形软件包，独立于窗口系统和操作系统，在交互式三维图形建模能力和编程方面具有无可比拟的优越性。OpenGL灵活方便地实现了二维和三维的高级图形技术，在性能上表现得异常优越。它具有建模、变换、光线处理、色彩处理、动画及更先进的能力，如纹理映射、物体运动模糊效果和雾化效果等。openGL为实现逼真的三维绘制效果和建立交互的三维场景提供了高效率的函数库。以Open(}IJ为基拙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Vc++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。()ePnGI使用简便.效率较高，其基本原理如下:

1)过程性而非描述性OpenGL提供对二维和三维图形基木操作的直接枚制,

这包括时诸如变换矩阵、光照方程系数、反走样方法和像素更新操作符等参数的

指定。但是,它不提供对复杂几何时象的描述或建模的手段。因此,发布OpenGL命令就是要指定怎样产生一个特定的结果,而不是说明结果确定的样子,即

OpenGL、是过程性而非描述性的。

2)执行模式OpenGL命令的解释模式是客户/服务器模式的。应用程序(客户)发布命令,命令被服务器(OpenGL)解释和处理,服务器可以运行在与客户相同或不同的计算机上。基于这一点，OpenGL是网络透明的。服务器可维护许多OpenGL正文，每个都是封装的OpenGL,客户可联到这些正文中的任何一个,

要求网络协议可以通过扩展现有协议或使用一个独立协议来实现。

分配帧缓冲资源的窗口系统最终控制OpenGL命令在帧缓冲上作用的效果。

窗口系统决定任何给定时刻的OpenGL可以访问帧缓冲的哪些部分,并通知OpenGL这些部分是怎样组织的。因此,配置帧缓冲或初始化OpenGL的工作不是

由OpenGL命令来完成的,而是由窗口系统来完成的。帧缓冲的初始化是结合窗

口系统在OpenGL外完成的;窗口系统为OpenGL绘制分配窗口时实现了OpenGL的初始化。

3)图元与命令OpenGL能够绘带,J的图元包括点、线、多边形,OpenGL可

以在这儿种图元模式之间选择。你可以独立地控制图元模式,即没定一种模式不

影响其它模式。模式的选择、图元的定义以及其它OpenGL二操作都是通过调用相应的函数来实现的。

### 作图简介

VC++6.0中的绘图是通过图形设备接口(GDI)调用相应的函数在设备环境中来实现的,设备环境本身是一个“图形设备接口”对象,GDI是一组驻留在window内核,公的一个DLL中的函数,这些函数提供了画图函数的调用和设备驱动程序之间的链接,而驱动程序则与硬件通信。

### 调用OpenGL

vc++6.0下运用oepnGL进行开发的基本框架如下:

时于简单的控制台程序,可按以下步骤进行:

l)创建一个新工程：

2)设置包含文件和库文件路径;

3)加入OpenGL库。

对于MFCAppWiazard应用程序,进行OpenGL编程的步骤为:

l)编写创建函数;

2)编写销毁函数,消除位图、定时器等资源及设备场景;

3)修改Cview类的样式;

4)编写OnDarw事件处理代码;

5)在OnSize方法中定义当前视区、投影模型和物休模型以及光源等;

6)编写onTimer事件处理程序;

7)编写OpenGL绘制程序.

## 原理介绍

### 三维立体符号的设计和制作

三维立体符号形状要与实物相似.要有形象逼真、直观生动的感觉.常用透

视法来进行绘制,运用透视法来给制的方法主`要有两种:平行透视法和成角透视法。

### 三维地形的形成及数据转换

三维地形(数字高程模型,简称DEM),是描述高程的空间分布的有序数值

阵列。它的空间分布由X、Y水平坐标系统来描述,也可用经度X、纬度Y来描

述,垂直方向上用高程H来描述。数字高程模型是数字地面模型(DTM)的特例,

在数字高程模型中,垂直方向上的地面特性是高程,而在数字地面模型中,垂直

方向上的地面持性可以是地价、土地权属、土壤类型、岩层深度及土地于,}用等与地形有关的信息。数字高程模型最常用的实现方法有:规则格网(GRID)、不规

则三角形网(ITN)及数字等值线。

### 地形与地物的匹配

自然地物与地形的匹配,是本文研究的主丢问题之一。地物与地形的匹配,有基于格网的直接叠加和间接叠加法及基于TNI的叠加,其基本原理如下:

l)地物数据在X一Y平面上与DTM格网节点相匹配;

2)地物数据点高程与DTM格网节点高程匹配;

3)地物在水平方向上与DTM水平比例匹配;

4)地物在垂直方向上与DTM垂直比例匹配.

### 空间数据存储结构

包含OpenGL显示列表是由一组预先存贮起来待以后调用的OpenGL函数语言组成的,当调用这张显示列表时程序就依次执行表中所列出的函数语句。给出函数命令,OpenGL立即执行的绘图方式叫做立即方式。OpenGL显示列表的设计能优化程序的运行性能,显示列表实际上是一种高速缓存,而不是动态数据库缓存。也就是说,一旦建立了显示列表,就不能修改它。在设计程序时,运用显示列表可以提高效率,因为一旦显示列表被处理成适合图形硬件的格式,那么不同的OpenGL函数实现对命令的优化程度也将会不同。例如:旋转矩阵函数glRotate\*

(),若将它置于显示列表中,则可大大提高性能。因为旋转矩阵有较多的计算量,

而在显示列表中只需存贮最后的旋转结果矩阵,所以能将相邻的几个变换命令并

置为单个矩阵相乘。利用显示列表可以在以下几个方面获得较大程度的性能优化:矩阵操作;光栅位图和圈像;光照、材料性质和光照模型;纹理；多边形点画模式。

### 地物空间分析

地物的空间数据的分析,主要是对地物对象进行几何量测,包括地物中心点的坐标、高程、地物的长度、面积、周长、表面积、体积等.其中,地物中心点的坐标的返回,是将地物所处的矩形的中心点的坐标返回。地物的长度、面积、周长、表面积、体积的返回,其核心是返回每个地物面上的多边形的顶点坐标,只要返回了所需要的各个顶点的坐标,其它各种量测都可通过空间上的计量方法来求得。返回地物面上的多边形的顶点坐标是通过OpenGL的选择和反馈模式来实现的,选择模式确定用户所选定的图元,并将其以用户规定的模式重新绘制出来.反馈模式类似于选择模式,不产生象素和冻结屏幕,即不发生绘图,而是把已绘制图元的信息发布给用户。在反馈模式下,系统把选择到的变换后的图元信息送回到一个浮点值数组中,这些值送回到由权标(tokens)组成的反馈数组中,由这些权标指定已被处理和变换的图元类型(点、线、多边形、图像或位图)以及图元的顶点、颜色或其它数组。返回的值完全是经过光照和视图变换后的值。

## 实现过程

### 界面设计

VC++6.0下，设计该界面的简要步骤:

1)利用MFC APPWIZARD建立一个单文档应用程序;

2)用资源编辑器制作一个命令操作对话框，作为命令操作视图的界而;

3)为命令操作对话框建立一个类;

4)在CMAINFRAME中创建一个CSPLITIERWND类，使其分别包含操作命

令视图和图形绘制视图;

5)为命令操作对话框内的每个操作构件编写事件处理程序，同时编写命令操

作对话框自身的队INT函数，使之与每个操作构件的变化相对应;

6)为图形绘制的CRENDERVIEW视图编写绘制函数，使之能与命令操作视

图的操作相对应;

7)编写导入地形数据的地物数据的函数;

8)编写图形绘制视图的鼠标事件处理程序，使鼠标在图形绘制区内的花动实

现所绘制的形体的旋转;

9)编写ONTIMER事件处理程序，使之在操作命令视图中激活动画时实现反复旋转的功能。

### 地形形成

ArcView中地形生成的实现过程如下:

1)数字化三维点或等高线，并建立高程数据库。

2)将等高线插值生成TIN及GRID模型，并生成三维立体图。

### 地物绘制及数据转换

3D max中绘制符号主要有如下步骤:

1)创建基本造型;

2)修改模型;

3)运用放样、布尔运算等方法建模;

4)使用材质和纹理;

5)灯光、视点等的渲染。

3D max中的地物转换成OpenGL格式的C文件时，可用已有的转换软件，Convert、PolyTrans, CrossRoads, 3Dwin4等，转换时，要按对象的原则对数据重组。

### 符号地形匹配

如果要将3D max中绘制的符号作为一个整体符号(如一颗树、一辆汽车)插入到地形中时，只需要找出该对象的“中心点”在地形中所处的位置，而这个位置是建模者经过鼠标点选的，所以其坐标值可直接用地形中被选中的格网值的坐标，其过程主要是调用OpenGL的选择和反馈函数来返回，并存贮在该地物的位置坐标中，以便查询时使用。

### 存储结构优化

对于地形和地物的数据存贮，设计其数据模型和数据结构是极其重要的。本

研究中对地形的数据模型用规则三角形网模型来表示。从ARCVIEW中生成的地形数据是格网数据，将相邻格网的中心点坐标通过格网半径及起始点的坐标计算出来，然后把左右上下相邻格网的中心点做为两个规则三角形网的顶点，并用三维三角形对象数据模型来表示每一个三角形再将数据存贮在相应的数据结构中。

# 三维可视化的现状与未来

以计算机技术为基础的三维可视化技术，大多以软件的形式体现出来，目前主要分为建模软件、平台软件和应用软件3类。三维可视化的关键是建模，平台软件大多以模型为基础，实现漫游、观察、分析、决策等基本操作；而应用软件主要是为了满足三维可视化技术在某一方面的应用而开发的应用程序，如数字校园、数字小区、三维城市景观仿真等。

三维可视化的发展，缩短了现实世界和计算机虚拟世界的差距，并且拓宽了人们的视野，不仅使人们更加清楚地认识这个世界，还为人们改造世界提供了很好的指导作用。它的未来更加令人向往。

首先，与GIS的结合越来越紧密。对三维现实世界的可视化是以GIS为前提的，地面模型和大范围场景模型的建立离不开GIS，两者只有充分结合，才能实现真正的三维可视化。

其次，与现实世界的差距进一步缩短。三维的世界是静态的，而实际上我们是在一个包括时间在内的四维世界里。目前Skyline的TerraExplorerPro可以实现太阳、月亮以及光晕根据时间、日期、时区等来显示在相应的位置上，并且太阳光源依照太阳所处的地域不同而不同。随着算法的不断改进，将由三维领域向四维领域迈进。

最后，与人工智能结合更加紧密。人工智能的发展，由传统的程序员编程向电脑编程发起挑战。人工神经网络、遗传等人工智能算法的改进，使计算机更加的智能化，人类能够做到的大部分事情计算机都能做到。三维可视化的未来就是，

我们不用在繁复的可视化算法中挣扎，也不用为实现不了的操作而苦恼，因为只要我们能够想到的，计算机都能自动为我们做到。

# **小结**

此次读书报告主要介绍了基于OpenGL的三维可视化研究的意义，当前三维可视化方法、OpenGL简介、三维可视化的关键技术，分析了三维可视化的主要

方法；解析了当前进行三维可视化的主要软件及其技术内核并找出了其存在的主要问题；最后提出了解决问题的方法及本文研究的工作流程。

# 参考文献

[1] 刘敏莺, 黄文骞. 基于OpenGL的地形三维可视化[J]. 海洋测绘, 2002, 22(2):26-29..

[2] 郭涛, 平西建. 基于OpenGL的三维地形可视化技术研究[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(1):193-195.

[3] 杨青生. 基于OpenGL的三维可视化研究[D]. 陕西师范大学, 2002.

[4] 林勇, 郭建忠, 魏海平,等. OpenGL技术及地形三维可视化实现[J]. 海洋测绘, 2006, 26(3):68-70.

[5] 刘飒. 基于OpenGL的三维地形可视化技术研究[D]. 大庆石油学院 东北石油大学, 2007.

[6] 乐金朝, 吕志慧, 王复明. 基于OpenGL的地理信息三维可视化技术[J]. 计算机应用与软件, 2003, 20(5):13-14.

[7] 陈哲锋. 基于OpenGL的地形三维可视化研究与应用[D]. 成都理工大学, 2008.

[8] 曹为刚. 基于OpenGL的三维地形的可视化技术与实现[J]. 海洋地质前沿, 2006, 22(1):34-37.

[9] 曹为刚. 基于OpenGL的三维地形可视化技术与实现[J]. 四川建筑, 2006, 26(2):90-91.