

硕 士 研 究 生 读 书 报 告



题目 基于OpenGL的三维图形绘制与应用\_\_

作者姓名 杜晓晴

作者学号 21651173

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 4 月

Drawing and application of 3D graphics based on OpenGL

Major Subject: Software Engineering

Advisor: Qilei Li

By Xiaoqing Du

Zhejiang University, P.R. China

2017

摘要

本文的主题是基于OpenGL的三维图形的绘制与应用。首先本文对OpenGL进行了简要介绍，OpenGL指的是开放图形程序库，为交互式三维图形开发提 供了良好的便利条件。除此之外，还介绍了OpenGL的功能和OpenGL3.1的新特性。第二部分介绍了三维模拟的现状，三维模拟图能够逼真地反映外部真实世界，从而引出基于OpenGL的三维图形的绘制与应用的话题。接下来详细介绍了三维图形绘制的过程：建立编程环境，设置基础库，添加相应函数和绘制图形。本文最后一部分介绍了OpenGL在三维模拟中的应用，包括模拟真实地形的关键技术，模拟地形的生成过程和三维模拟应用的意义。三维模拟可以应用于许多场景，来模拟真实场景，以应对各种真实情况的发生。

关键词：OpenGL，三维图形，三维模拟

abstract

The theme of this paper is based on the drawing and application of OpenGL 3D graphics. First of all, this article has a brief introduction to OpenGL, OpenGL refers to the open graphics library, for the interactive three-dimensional graphics development provides a good convenience. In addition, Also introduced the OpenGL features and OpenGL3.1 new features. The second part introduces the status of 3D simulation, three-dimensional simulation can reflect the real world realistically, which leads to the topic of drawing and applying 3D graphics based on OpenGL. The following is a detailed description of the three-dimensional graphics rendering process: the establishment of programming environment, set the basic library, add the corresponding function and drawing graphics. The last part of this paper introduces the application of OpenGL in 3D simulation, including the simulation of the real terrain of the key technology, simulation of terrain generation process and the significance of three-dimensional simulation application. 3D simulations can be applied to many scenes to simulate real scenes to cope with various real situations.

Key Words：OpenGL，Three - dimensional graphics, three - dimensional simulation

1 OpenGL简介 6

1.1OpenGL的功能 6

1.2 OpenGL3.1新特性 7

2 三维模拟现状 8

3 基于VC的三维图形绘制大致过程 9

3. 1 建立基于 OpenGL 的图形编程环境 9

3.2设置基础库 9

3.3添加响应函数 10

3.4绘制图形 11

4 三维模拟的应用 12

4.1应用 Open GL 进行三维真实感地形生成的关键技术 12

4.2三维模拟地形的生成 12

4.3三维模拟应用的意义 15

5.总结 17

参考文献 18

# OpenGL简介

OpenGL指的是开放图形程序库，是由(SGI 公司) 为其图形工作站 IRIS 开发的一种 快速 、高质量的 3D 图形软件 ,是近几年发展起来 的一个性能卓越的三维图形平台。OpenGL 包括 有 120 多个图形函数 ,绘制点、线、多边形。但是与 Windows 在 2D 坐标系中作图不同 ,Open GL 是在3D 坐标系中绘制这些图元的 ,复杂的 3D 物体则可 以由现有的基本图元建立模型并绘制出来。 OpenGL 支持阴影、纹理映射、光照、动画等 ,这些 都为在微机上实现高品质 、交互式三维图形开发提 供了良好的便利条件 。

为了利用 Visual C + + 6. 0 的强大功能实现 对OpenGL三维图形的绘制,Windows提供了 OpenGL32.DLL和GLU32.DLL动态链接库, Visual C + + 6. 0 包含了 GL 库 (opengl32. Lib) 、 辅助库(glaux.lib)和实用库(g1u32.lib) ,开发者可 在多种硬件平台及操作系统下方便地利用这个图 形库 ,使我们方便地编程 ,简单 、快速地生成美观 、 漂亮的复杂的三维彩色图形 ,并且 Op e n GL 在网络 上工作时 ,显示图形的计算机 (客户机) 可不是运行 图形程序的计算机(服务器) ,客户机与服务器可是 不同类型的机器 ,只要两者服从相同的协议

## 1.1OpenGL的功能

(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绘制

函数。

(2)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。OpenGL颜色模式有两种 , 即 RGBA模式和颜色索引 (Color Index)。

(4)纹理映射 (TextureMapping)。利用 OpenGL 纹理映射功能可以十分逼真地表达物体表面细节。

## 1.2 OpenGL3.1新特性

Texture Buffer Objects ( 纹 理 缓 冲 对 象 ) 、U n i f o r m B u f f e r O b j e c t s ( 统 一 缓 冲 对象 )、Signed Normalized Textures (符号正常化纹 理)、PrimitiveRestart(基本元素重启)、Instancing(实

例化)、CopyBufferAPI(拷贝缓冲接口)等。与 O p e n GL 3. 1 规 范 同 步 , O p e n GL 架 构 评 审 委 员会 (ARB )也发布了一个兼容性扩展 ,能让程序开

发人员在访问 OpenGL 3. 1里已经删除的 OpenGL 1. x/2. x功能 ,确保应用程序的全面向下兼容性。

# 2 三维模拟现状

随着计算机技术 ,特别是计算机图形学、三仿真技术 、虚拟现实技术的快速发展 ,三维电子地图的制作经历了线划地图 、实体地形图 、三维真实 感地形图三个发展阶段 。线划地图 、实体地形图虽 然具有一定的立体感效果 ,但内容单调 、信息量不 足 、真实感差 、实用性不够强 ,而三维真实感地形图 能够逼真地反映外部真实世界 ,相对传统的纸制地 形图和计算机生成的线划地图 ,三维真实感地形图 具有可视化程度高 、存储和查询方便 、可实时生成 等优点 。近年来 ,三维地形可视化技术越来越广泛 地运用于国土资源管理 、地理信息系统 ( GIS) 、环 境仿真 、数字城市等领域 ,对于空间分析 、规划决策

等具有重要意义 。因此三维真实感地形模型也就成了近年来研究的热点问题 。

# 3 基于VC的三维图形绘制大致过程

实 现 V C + + 6 . 0 和 O p e n GL 之 间 图 形 接 口 的 机制是像素格式设置以及关联 DC 与 RC。在创建 一个绘图描述表 RC 之前 ,首先要设置像素格式 , 完成像素格式的设置后 ,需要为 OpenGL 建立 RC ,只有建立 RC 后 ,Open GL 才能调用绘图原语 在窗口中绘出图形[4] 。RC 是以线程为单位的 ,每 个线程必须使用一个 RC 作为当前 RC 才能执行 OpenGL绘图原语[5]。

VC++6. 0和OpenGL图 形接口的实现步骤如下 :

## 3. 1 建立基于 OpenGL 的图形编程环境

启动 Visual C + + 6. 0 用 AppWizard 建立一个 名为“3Dterrain”的单文档应用程序 。在连接设置 中添加 opengl32. lib、glu32. lib 两个文件。同时 ,为 了通知应用程序将要用到 Open GL 函数 ,要在视类 头文件中加入对 Open GL 头文件的包含说明 :

# include < gl/ gl. h > # include < gl/ glu. h >

## 3.2设置基础库

在菜单中选择 Project/ Settings , 最后选择

L I N K 选 项 , 然 后 在“ O b j e c t / L i b r a r y M o d u l e s ”下 增 加 OpenGL 所需的库程序 ,具体库程序名称是 O p e n G L 3 2 . l i b 、g l u 3 2 . l i b 、G l a u x . l i b 。

每个程序开始要包含 Open GL 所使用的库的 头文件 :

# include“gl/ gl. h”

# include“gl/ glu. h”

# include“gl/ glaux. h”

设置基础库后，创建新类，添加消息映射。

## 3.3添加响应函数

为了进行 Open GL 绘制 ,必须先在有关窗口的客户区中进行 OpenGL 初始化。

获取设备描述表 (DC) 、设置象素格式 ,检测用 户当前的显示环境 ,若其颜色深度为 16 色或 256 色模式则创建逻辑调色板并激活它 ,以使显示正常。紧接着创建着色描述表(RC) ,并使之当前化。

在OnSize 函数中建立视点 、启动透视变换并 建立视景体;重载 OnEraseBkgnd 函数,使该函数 不执行操作 ,仅返回 TRU E 值 ,以消除重绘画面引 起的黑色闪烁 。

Void CopenglView::OnSize(UINT nType ,int cx,int cy)

{CView::OnSize(nType, cx, cy) ;

if(0> =cx‖0> =cy)

return;

float aspectRatio = (float)cx/ (float)cy;

glViewport (0 , 0 , cx , cy) ; / / 定义显示范围

glMatrixMode(GL\_PROJECTION) ; //启动透视矩阵

glLoadIdentity() ; / / 初始化

gluPerspective(60 , aspectRatio ,. 1 , 15. 0) ; / / 定义空间范围

}

void CopenglView : :OnDestroy()

{ CView : :OnDestroy() ;

WglDeleteContext (hglrc) ; / / 释放 RC }

## 3.4绘制图形

所有的绘制工作都应放在 OnDraw 函数中 。

下面进行部分绘制代码的举例：

ange2=3.1416f/180.0f 3i; //角度每次变化1°

gl B e g i n ( GL \_ Q U A D \_ S T R I P ) ; / / 绘制连续四边形

glBegin(GL\_LINES) ;

glVertex3f (0. 0f ,0. 50f ,0. 0f) ;

glVertex3f (0. 0f ,0. 60f ,0. 0f) ; glEnd() ;

# 三维模拟的应用

## 4.1应用 Open GL 进行三维真实感地形生成的关键技术

1 显示列表

显示列表是 OpenGL 为了提高程序的运行效 率而引入的“批处理”技术 ,是事先存储的用于稍后 执行的一组 OpenGL 命令序列。激活一个显示列 表后 ,就按照显示列表中预先排好的次序执行其存 储的命令。显示列表是不可修改的 ,一旦建立 , Open GL 就将其处理成适合于图形硬件的格式 ,而 且可以避免在绘图过程中因主机计算量过大而影 响图形生成的速度 ,从而提高了效率 。

1. 双缓存技术

双缓存技术是用 OpenGL 实现平滑的动画效果的关键技术 ,其原理类似于电影放映 ,OpenGL 把帧存分为当前可见的前台视频缓存 ( Front-buffers)和不可见的正在画的后台视频缓存（Back-buffers），在显示连续动画的时候，利用双缓存模式把后台视频缓存的内容输出到前台视频缓存，同时对后台视频缓存的内容进行计算，由于计算机的计算速度较快，所以可以实现显示图形的连续平滑变化。

## 4.2三维模拟地形的生成

1 数据准备

用于构造三维真实感地形的数据包括 DEM 数据和纹理数据。相关区域的 DEM 的获取有实 地采集法、摄影测量法、现有图数字化法。DEM 一 般采用格网点格式。DEM 数据的处理包括不同格 式 D E M 间 的 转 化 、D E M 数 据 简 化 、格 网 D E M 与

TIN 间的相互转化等 ;纹理数据的处理包括图像 格式转化 、图像裁切等 。由于 Open GL 所处理的影 像纹理大小必须为 2m ×2n (m ,n 为整数) ,则必须 对正射影像进行分块或重采样处理 , 以满足 OpenGL 纹理映射的需要。

2设置各项基本参数

在用 Open GL 绘制三维真实感地形模型和进行纹理映射前 ,需要设置相关的景观参数值 。首先 应对图形操作描述表(Rending Context)以及像素 格式(Pixel Format)进行创建和设置;其次对光源 性质(镜面反射光、漫射光、环境光) 、光源方位(距 离 和 方 向 ) 、颜 色 模 式 ( 索 引 模 式 或 R G B A 模 式 ) 、 明暗处理方式(平滑处理或平面处理) 、消隐模式、 纹理映射方式等 ;也可根据相关函数设置三维真实 感地形模型的颜色值和对光照的反射特性 。除此 之外还需设定视点位置和视线方向 。这些参数设 置都可以通过对 Open GL 的相关函数的参数选择 来实现 。

1. 构造三维真实感地形模型

Open GL 的基本几何对象都是围绕顶点来建立的 ,而对顶点来说最重要的信息是由 glVertex\*（）命令提供的坐标。值得注意的是，在OpenGL中几何对象顶点的坐标值、法线 、纹理坐标和颜色 等都必须包含在 glBegin () 和 gl End () 函数对之间 , 否则就不会有任何绘制出现。

三维真实感地形模型的基本构造通常是以三角面为单元的 。三角面的明亮程度除取决于光源和明暗处理方式外 ,还受到点与面的法向量的影 响 。一般点的法向量取值为其周围面法向量的均 值。

这样三维模型的构造可由下列程序给出 : glBegin(GL TRIANGLE STRIP) ; glNormal3fv(N0) ; / / 设置顶点法向量 glVertex3f (v0) ; / / 设置顶点坐标 glNormal3fv(N1) ; / / 设置顶点法向量 glVertex3f (v1) ; / / 设置顶点坐标

……

glEnd() ; 构造模型的同时 ,还可以对模型进行平移 、旋转将其移至三维空间的适当位置 ,通过适当的缩放 使三维真实感地形与三维空间景物的比例相协调 。

4 投影和视区变换

投影变换一般分为透视投影变换和正交投影 变换两类 。投影方式的选择取决于显示的内容和 用途 。由于透视投影类似于人眼对客观世界的观 察方式 ,因而广泛应用于三维地形模拟 、飞行仿真 、 步行穿越仿真等模拟人眼视觉效果的研究领域 。 正交投影的物体或场景的几何属性不变 ,视点位置 不影响投影的结果 ,如果需要观察模型某一个侧面 不带有形变的景观 ,则更多采用正交投影方式 ,如 制作地形晕渲图则一般采用正射投影方式 。本文 选择透视投影 ,函数为 gluPerspective () ,OpenGL 只绘制位于视景体内的对象，所以在设置gluPer-spective 的参数时 ,应充分考虑地形范围的大小以 便选择合适的视景体范围 。

视区是指计算机屏幕中用来绘图一个矩形区 域 ,缺省的视区与窗口一样大 ,它用窗口坐标来度 量 ,反映了屏幕上的像素位置 。视区相对于窗口的 左下角 。视区变换就是将视图体最后三维空间坐 标映射为计算机屏幕上的二维平面坐标 。视区变 换用函数 glViewport (0 ,0 ,cx ,cy) 实现 ,视区的宽 高比通常等于视景体的宽高比 ,否则视区内显示的 图形将会发生形变 。根据视区变换后视区内每一 点的Z坐标值,OpenGL可以自动判断点的前后实 现消隐功能 ,使得靠近视点的目标能够遮挡视区同 一位置远离视点的目标 。

5纹理映射

自然界中的物体表面很少是光滑和单调的 ,往 往具有各种纹理 ,在计算机图形学中是采用纹理映 射的方法给计算机生成的物体图像加上纹理的 。 纹理映射是建立逼真三维地形景观的重要手段 ,不 采用纹理映射所得到的地形模型仅仅是具有明暗效果的光照模型 ,光照模型可以按照高程值进行过 渡着色或分层设色 。它能够直观地反映地表起伏 状况 ,但不能重现地表的真实面貌 。

## 4.3三维模拟应用的意义

三维模拟可以应用于许多场景，来模拟真实场景，以应对各种真实情况的发生。例如三维模拟可以用于模拟矿山事故，提高矿山事故演习的真实性 ,训练并提高员工应 对事故的能力 ,减少实际演练对生产的影响 ,减少开支。

随着科技的发展 ,对于生产过程信息记录的必 要性将会更加突出 。长时间的事务记录会产生大量 数据 ,应用基于底层开发三维模拟软件 ,通过构建随 时间不变或变化很少的稳定场景数据结构 ,将可以 有效的降低记录事务所需要的存储空间 。同时 ,在回溯某一事件时 ,可以动态化 、形象化 、立体化地将 事务展现出来 。

三维模拟可以对矿山进行虚拟化模拟 ,减少实 际设备运转的投资 。随着科技的发展 ,自动化 、智能 化 、可视化技术在矿山的应用越来越多 。如何能更 好 、更合理地开发矿物资源 ,需要从底层起建立起一 个全面的模拟平台 ,从而以更加接近实际的生产条 件去模拟生产过程 ,改进提高生产技术 。例如自动 化设备软件的开发 ,需要一个可视化模拟的平台来 促进。

应用 OpenGL 可以跨平台 ,十分方便地在各种 平台间移植。DirectX仅能用于Windows系列平台, 包括WindowsMobile/CE系列以及XBOX/XBOX360。表面上好像 D3D 比 OpenGL 支持更多 的功能 ,其实由于 D3D 不支持硬件扩展 ,如硬件全 景阴影 ,硬件渲染顺序无关半透明材质等新技术根 本无法使用 ,而 D3D (特指 D3D8)本身提供的功能 只有小部分能在使用 HAL 且硬件不支持时模拟 ,并 需要用大量代码分析硬件能力和采取不同策略 。

OpenGL是业界公认标准,比 D3D(Direct3D)功 能丰富 ,而且图像质量比 D3D要高。

应用 OpenGL开发矿山三维模拟软件是非常有必要的 ,结合现在的科学技术和经济发展形势来看 , 快速发展矿山三维模拟技术的任务是非常紧迫的 , 应该尽快的开发出有助于矿山提高生产力 ,促进采矿科技发展的软件 ,从而提高生产效率 ,降低生产成本 ,有助于我国矿山科技及生产力的进一步提高和发展。

# 5.总结

本文简单介绍了OpenGL的概念，及其功能和OpenGL3.1的新特性。OpenGL为三维图形的绘制带来了大大的便利。除此之外，详细介绍了三维图形绘制的过程：建立编程环境，设置基础库，添加相应函数和绘制图形。本文最后一部分介绍了OpenGL在三维模拟中的应用，包括模拟真实地形的关键技术，模拟地形的生成过程和三维模拟应用的意义。OpenGL在三维模拟中的应用，可以更贴近的模拟真实情况，以便人们对未知情况提出更好的解决方案，以及作出更充分的准备。

# 参考文献

[1] 靳海亮, 康建荣, 高井祥. 基于VC和OpenGL生成三维真实感地形[J]. 舰船电子工程, 2005, 25(2):102-106.

[2] 匡天君, 滕远道, 王乘,等. 基于MFC和OpenGL三维图形的开发[J]. 微计算机信息:测控仪表自动化, 2004, 20(6):115-116.

[3] 郝长胜, 孙宝雷, 周连春,等. 基于OpenGL三维模拟在矿山中的应用分析[J]. 现代矿业, 2010(6):54-56.

[4] 刘慧杰, 靳海亮. 基于VC++的OpenGL三维图形开发设计[J]. 计算机与数字工程, 2009, 37(7):122-124.