**计算机图形学**

Computer Graphics

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程编号：** | B0301311C | **学 分：** | 1.5 |
| **开课学院：** | 计算机学院 | **学 时：** | 24 |
| **课程类别：** | 专业课 | **课程性质：** | 限选 |

一、课程的性质和目的

课程性质：计算机图形学是计算机及其相关专业的专业课，计算机图形学是研究通过计算机将数据转换成图形，并在专用显示设备上显示的原理、方法和技术的学科。

目的：计算机图形学是CAD、CAM、CIMS、CAI、CAE、计算机绘图、计算机游戏、计算机电影特效、多媒体以及各种应用系统的重要基础。在计算机等相关专业人才培养中，对提高学生的能力、素质和形成良好的知识结构都具有重要的意义。本课程详细介绍了用计算机进行绘图的基本原理和方法。开设本门课的目的不仅让学生懂得计算机生成图形的基本原理、算法，还要掌握高级程序设计语言绘图的方法。

二、课程教学内容及基本要求

本课程是理论与实践相结合的课程，采用应用广泛、可移植性好、适于结构化程序设计的C++语言及具有高度移植性的OpenGL软件开发应用界面讲授有关程序设计部分。讲授内容由浅入深，循序渐进；注重从理论与实践的结合上阐述问题，力求概念清楚、方法具体、举例恰当。讲授中的内容除指定所用教材外，要不断扩充反映当前计算机图形领域的最新成果、最新方法和技术；在教学过程中为学生提供编制图形程序的上机实践练习，培养学生进行图形程序设计的能力。

**（一）课程教学内容及知识模块顺序**

1.知识单元一：计算机图形学概述（2学时）

（1）知识点一：计算机图形学的概念和研究内容

（2）知识点二：计算机图形学的特点和应用

（3）知识点三：主要API及绘图管线

（4）知识点四：图形学程序的效率及数值问题

基本要求：

了解计算机图形学研究内容、发展概况以及特点和应用，掌握计算机图形学的基本概念以及它与图像处理、计算机视觉之间的区别与联系，理解计算机图形生成处理的过程。

2.知识单元二：计算机图形学中的数学知识（3学时）

（1）知识点一：函数与逆函数

（2）知识点二：三角函数与二元一次方程组

（3）知识点三：向量、曲线与曲面

（4）知识点四：线性插值与三角网格模型

基本要求：

掌握计算机图形学的基本数学概念，包括映射、逆映射、三角函数与二元方程组、向量、曲线与曲面的参数表示法及隐式表示法在图形学中的应用、插值以及常用的三角网格模型的应用。

3. 知识单元三：栅格图像（3学时）

（1）知识点一：栅格图像的输入输出设备，LCD和LED显示器，打印机的原理，单反相机成像原理

（2）知识点二：图像与像素、Gamma校正

（3）知识点三：色彩模型与Alpha通道

基本要求：

掌握栅格图像的基本概念和原理，了解栅格图像输入输出设备的原理，理解LCD和LED显示器的区别，掌握打印设备中像素的基本概念和原理以及数字单方相机的成像原理。掌握像素与图像的关系，理解Gamma校正的方法。掌握简单色彩模型与Alpha通道的混合模型。

4. 知识单元四：光线追踪算法（3学时）

（1）知识点一：基本的光线跟踪算法过程

（2）知识点二：正交及透视视角下的光线生成

（3）知识点三：光线与物体的相交判定

（4）知识点四：光照阴影模型

基本要求：

掌握计算机图形学中的核心部分，光线跟踪算法的基本过程，以及各种投影视角下的光线的计算。掌握简单的圆形、三角形以及多边形区域的相交判定。掌握光照阴影中Lambertian、Phong模型的概念，从而理解并掌握整个绘图管线的过程。

5. 知识单元五：图形学中的线性代数（2学时）

（1）知识点一：行列式及其意义

（2）知识点二：矩阵及其运算的意义

（3）知识点三：SVD及特征值的计算与意义

基本要求：

理解行列式的几何物理意义，理解矩阵及其运算的意义，掌握正交矩阵、伴随矩阵的快速计算方法，理解特征值的几何意义，理解对称矩阵和非对称矩阵的SVD分解的区别，掌握通过特征值对矩阵进行SVD分解。

6. 知识单元六：转换矩阵及投影视角（5学时）

（1）知识点一：基本的2D、3D线性转换

（2）知识点二：平移和仿射转换

（3）知识点三：逆转换与坐标系变换

（4）知识点四：坐标系的选取与投影变换

基本要求：

掌握计算机图形学中基本的2D、3D线性转换，理解转换矩阵中各个参数代表的自由度及其几何含义，理解并掌握通过SVD将转换矩阵中的旋转、平移、拉伸、缩放等参数分离，掌握逆转换，理解并掌握各种投影变化的特点及算法，包括正交投影、射影变换和透视投影，理解视域的概念。

7. 知识单元七：绘图管线（2学时）

（1）知识点一：直线的生成算法

（2）知识点二：简单抗锯齿

（3）知识点三：简单绘图管线过程

基本要求：

掌握计算机图形学中的直线生成算法，理解简单抗锯齿的算法，了解整个绘图管线的流程，包括图形的坐标映射，z－buffer的用法，三角模型顶点阴影的计算和插值，纹理图片的映射。

8. 知识单元八：C++语言程序语言实现（4学时）

（1）知识点一：OpenGL环境的配置

（2）知识点二：图像的色彩设置，投影变换的设置

（3）知识点三：3D模型动态运动的实现

基本要求：

掌握OpenGL库文件的配置，可以实现简单的3D图形，并对图形进行合理的光照投影变换的选择。掌握glut库下的交互式的图形动画显示。

**（二）课程的重点、难点及解决办法**

重点：课程的重点在C++ 语言图形程序设计、直线段的生成算法、光线跟踪算法（包括光线物体相交算法、光照反射模型）、投影变换、2D与3D线性变换，图形学中的线性代数问题。

难点：图形学中的线性代数、光线跟踪算法。

解决方法：

由于算法的思想牵涉到很多数学推导和感性概念，学生不易理解，可以通过现场运行演示程序帮助理解算法。

重点难点讲授时，要充分利用多媒体课件辅助课堂教学，并通过计算机的一些动态显示技术来弥补传统课堂教学的不足。同时，借助网络教学系统增大教学信息量并扩充理解课堂教学内容的渠道。

三、实验实践环节及基本要求

1．实验实践教学环节在本课程中的作用及要求（实验教学大纲单独编写）。

计算机图形程序设计是一门实验性很强的课程，实验课程开设的目的，是使学生在理论课程学习的基础上，通过程序设计上机实验，掌握计算机图形构造的基本原理、一些重要的图形生成算法，并培养进行图形程序设计的能力。

2．实验项目(具体要求见实验教学大纲)

实验一：计算机图形学API的配置与简单3D模型的显示（2学时）

实验二：颜色、材质、光照反射的设置及交互式3D动画（2学时）

四、本课程与其它课程的联系与分工

修学该课程前应该具备较好的数学基础，具备计算机软件编程方面的基本能力。本课程的先导课程包括“高等数学A”、“线性代数”、“高级语言程序设计”、“数据结构A”等。本课程的后续课程与专业有关，本课程为他们学习其他与计算机图形（如数字图像处理、计算机视觉）相关的内容提供必要的知识。

五、对学生能力培养的要求

通过课程学习，使学生在理解计算机生成图形的基本原理和算法的基础上，能够利用高级程序设计语言进行图形程序设计，具有应用计算机来解决科学研究、工程设计与制造中有关图形处理的能力，为进一步研究图形学理论和算法打下坚实基础。

六、课程学时分配

总学时24，其中讲课20学时，上机4学时。课程主要内容和学时分配见课程学时分配表。

**课程学时分配表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 教学环节  时数  课程内容 | 讲课 | 上机 | 实验 | 习题及讨论 | 小计 |
| 计算机图形学概述 | 2 |  |  |  | 2 |
| 计算机图形学中的数学知识 | 3 |  |  |  | 3 |
| 栅格图像 | 3 |  |  |  | 3 |
| 光线跟踪算法 | 3 |  |  |  | 3 |
| 图形学中的线性代数 | 2 |  |  |  | 2 |
| 转换矩阵与投影视角 | 5 |  |  |  | 5 |
| 绘图管线 | 2 |  |  |  | 2 |
| C++语言程序设计 |  | 4 |  |  | 4 |
| 总 计 | 20 | 4 |  |  | 24 |

七、建议教材和教学参考书目

**1．教材**

王汝传,黄海平,林巧民，蒋凌云．计算机图形学教程（第三版）．人民邮电出版社,2014.

Peter Shirley, Steve Marschner. Fundamentals of Computer Graphics (Third Edition), 电子版，2009.

**2．主要参考书**

[1] 孙家广．计算机图形学（第三版）．清华大学出版社，2003.

[2] 何援军．计算机图形学（第一版）．机械工业出版社，2006.

[3] Dave Shreiner．OpenGL编程指南（第七版）．机械工业出版社，2012.

八、课程考核

本课程采用开卷考试，总评成绩由平时成绩、实验成绩和期末成绩等组成。平时成绩占总评的40%，期末成绩占总评的60%。平时成绩从作业、上课出勤率、实验等几方面进行考核。

执笔人：黄睿 审核人： 黄海平 教学院长： 张伟