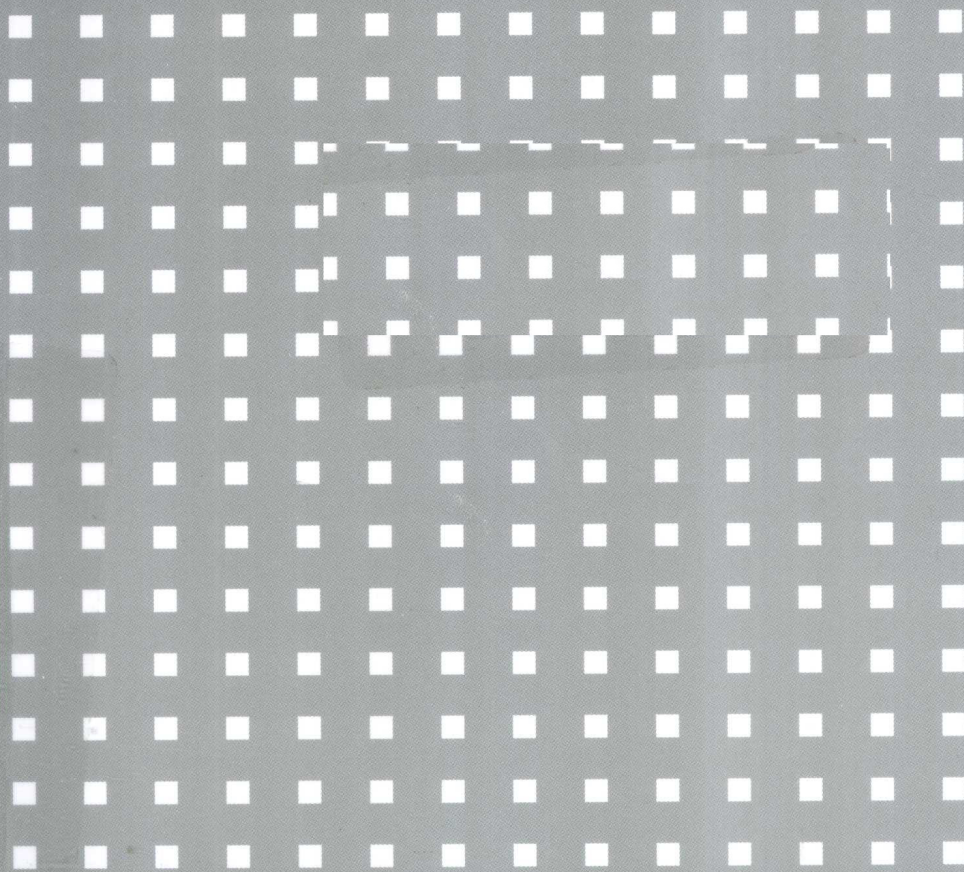


高等学校计算机专业教材精选·图形图像与多媒体技术

课程  
配套  
教材

# 计算机图形学基础教程 (Visual C++版) 习题解答与编程实践

孔令德 编著



清华大学出版社

课程配  
教材

高等学校计算机专业教材精选·图形图像与多媒体技术

# 计算机图形学基础教程 (Visual C++版) 习题解答与编程实践

孔令德 编著

清华大学出版社  
北京



## 内 容 简 介

本书采用 Visual C++ 的 MFC 框架编写了《计算机图形学基础教程 (Visual C++ 版)》(ISBN 978-7-302-17802-2) 中的所有习题的解答, 重点实现了本书彩页中“矩形块碰撞模拟”、“直线段的像素级绘制”、“动态旋转双三次 B 样条曲面模型”、“Sierpinski 海绵实体模型”、“三维五角星模型”、“立方体光照模型”、“圆环 Gouraud 明暗处理光照模型”、“金属球的双点光源 Phong 法矢插值模型”、“球的函数纹理映射光照模型”、“球的图片纹理映射模型”、“立方体图片纹理映射模型”等内容。除了极少数习题, 如“立方体图片纹理映射模型”是在 MFC 框架下使用 OpenGL 技术开发的外, 其余案例全部使用纯 Visual C++ 语言开发。

本书由 100 多个计算机图形学源程序组成, 涵盖了计算机图形学的主要内容, 是作者于 2008 年主持省级精品课程“计算机图形学”以来最新建设成果的结晶。笔者一直致力于打造“纸介质教材+数字化教学资源+网络平台”的优质教学资源。在笔者的个人网站提供了本书的全部源程序代码, 以供大学本科生和计算机图形学爱好者免费下载使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签, 无标签者不得销售。  
版权所有, 侵权必究。侵权举报电话: 010-62782989 13701121933

### 图书在版编目 (CIP) 数据

计算机图形学基础教程 (Visual C++ 版) 习题解答与编程实践 / 孔令德编著. —北京: 清华大学出版社, 2010. 2

(高等学校计算机专业教材精选·图形图像与多媒体技术)

ISBN 978-7-302-21459-5

I. ①计… II. ①孔… III. ①计算机图形学—高等学校—解题 ②C 语言—程序设计—高等学校—解题 IV. ①TP391.41-44 ②TP312-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 020324 号

责任编辑: 汪汉友

责任校对: 梁毅

责任印制: 李红英

出版发行: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

投稿与读者服务: 010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈: 010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

地 址: 北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编: 100084

邮 购: 010-62786544

印 刷 者: 北京市人民文学印刷厂

装 订 者: 三河市溧源装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 18.25 彩 插: 2 字 数: 458 千字

版 次: 2010 年 2 月第 1 版

印 次: 2010 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1~3000

定 价: 29.00 元

---

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题, 请与清华大学出版社出版部联系调换。  
联系电话: 010-62770177 转 3103 产品编号: 034314-01

# 出版说明

我国高等学校计算机教育近年来迅猛发展,应用所学计算机知识解决实际问题,已经成为当代大学生的必备能力。

时代的进步与社会的发展对高等学校计算机教育的质量提出了更高、更新的要求。现在,很多高等学校都在积极探索符合自身特点的教学模式,涌现出一大批非常优秀的精品课程。

为了适应社会的需求,满足计算机教育的发展需要,清华大学出版社在进行了大量调查研究的基础上,组织编写了《高等学校计算机专业教材精选》。本套教材从全国各高校的优秀计算机教材中精挑细选了一批很有代表性且特色鲜明的计算机精品教材,把作者们对各自所授计算机课程的独特理解和先进经验推荐给全国师生。

本系列教材特点如下。

(1) 编写目的明确。本套教材主要面向广大高校的计算机专业学生,使学生通过本套教材,学习计算机科学与技术方面的基本理论和基本知识,接受应用计算机解决实际问题的基本训练。

(2) 注重编写理念。本套教材作者群为各高校相应课程的主讲,有一定经验积累,且编写思路清晰,有独特的教学思路和指导思想,其教学经验具有推广价值。本套教材不乏各类精品课配套教材,并力图努力把不同学校的教学特点反映到每本教材中。

(3) 理论知识与实践相结合。本套教材贯彻从实践中来到实践中去的原则,书中的许多必须掌握的理论都将结合实例来讲,同时注重培养学生分析问题、解决问题的能力,满足社会用人要求。

(4) 易教易用,合理适当。本套教材编写时注意结合教学实际的课时数,把握教材的篇幅。同时,对一些知识点按教育部教学指导委员会的最新精神进行合理取舍与难易控制。

(5) 注重教材的立体化配套。大多数教材都将配套教师用课件、习题及其解答,学生上机实验指导、教学网站等辅助教学资源,方便教学。

随着本套教材陆续出版,我们相信它能够得到广大读者的认可和支持,为我国计算机教材建设及计算机教学水平的提高,为计算机教育事业的发展做出应有的贡献。

清华大学出版社

# 前 言

由笔者编写的《计算机图形学基础教程(Visual C++ 版)》和《计算机图形学实践教程(Visual C++ 版)》自出版以来受到了读者普遍关爱。许多读者访问了笔者负责的省级精品课程网站,下载了相关的配套教学资源。读者普遍反映:“《计算机图形学基础教程(Visual C++ 版)》是从计算机编程的角度来讲解图形学的内容,教材内容简明扼要,重点突出,又很重视实践,非常适合学时较少情况下的课程教学”。同时读者也提出:《计算机图形学基础教程(Visual C++ 版)》的每章后面都设计了很有价值的习题,尤其是其中的编程题很有水平,希望提供每章习题中的编程题的源代码。为此,笔者编写了本书,同时在笔者个人网站(<http://www.klingde.com>)提供了所有习题解答的源程序代码供读者下载,所有代码都经过了严格测试,可以在 Visual C++ 6.0 环境中直接运行,建议显示分辨率为 1024×768。

计算机图形学的主要内容是讲解图形的生成原理及算法,重点在于图形生成原理的程序实现。笔者一直认为,图形学的生成原理固然重要,但编程实践是重中之重。图形学原理是任何一本计算机图形学教材上都可以查找到的,但是实现该原理的程序就很难得了。Visual C++ 是计算机图形学程序设计的首选工具,笔者在完成习题时,以自定义类的方式逐步建立了真实感图形绘制环境,这些类包括:点类(二维、三维点),Bresenham 直线类(走样直线、反走样直线、颜色渐变直线),RGB 颜色类、矢量类、填充类(恒定颜色、Gouraud 明暗处理和 Phong 明暗处理),投影变换类(平行投影、透视投影),消隐类(ZBuffer、画家算法)、光照类(材质、光源),纹理类(函数纹理、图片纹理),立体类(立方体、正四面体、正八面体、圆环和球)等。编程时只要在该环境中根据三维立体的数学模型修改顶点表、边表和面表,就可以动态绘制任意立体的真实感光照模型。

《计算机图形学基础教程(Visual C++ 版)》的每章习题都经过了作者的精心设计,是本章知识及其前述章节内容的综合应用。笔者继续秉承主教材的“讲解注释清晰、各章内容前后衔接自然,最终引导读者完成真实感光照模型绘制”的理念,在习题集中实现了“矩形块碰撞模拟(图 5)”、“直线段的像素级绘制(图 7)”、“动态旋转双三次 B 样条曲面模型(图 9)”、“Sierpinski 海绵实体模型(图 20)”、“三维五角星模型(图 22)”、“立方体光照模型(图 23)”、“圆环 Gouraud 明暗处理光照模型(图 26)”、“金属球的双点光源 Phong 法矢插值模型(图 33)”、“球的函数纹理映射光照模型(图 34)”、“球的图片纹理映射模型(图 35)”、“立方体图片纹理映射模型(图 24)”等内容。本书是《计算机图形学基础教程(Visual C++ 版)》教材内容的进一步提升,通过本习题集的学习,特别是拓展部分的学习,读者可以在更高层次上掌握计算机图形学的编程方法。本书中标注为 \* 的习题,实用性很强,但是编程难度相对较大,读者可以根据自身情况选择。

使用 MFC 开发的程序有许多框架代码,受篇幅限制,本书不可能把所有代码纳入,请读者在学习本书时,应下载本习题集提供的源程序理解。

感谢读者对《计算机图形学基础教程(Visual C++ 版)》的大力支持。读者的热情和鼓励,让笔者始终觉得重任在肩,这次专门将主教材中的习题结集出版,也是不想有负于读者

的期望。虽然习题部分在主教材出版时已经全部开发完毕,但编写本书仍花费了大量的时间,主要工作是添加了部分拓展性的习题,源程序总数达到 100 多个,同时将所有习题的编程风格进行了统一。作为本书编写的基础工作,程序开发是相当费时的,程序的修改不仅是代码的修改,而且是注释的修改。在这方面,计算机工程研究所的左亮亮、宋准、潘晓完成了大量的程序调试工作,在此一并致谢。

本书的第 1 章~第 4 章由康凤娥编写,第 5 章~第 10 章由孔令德编写,全书由孔令德提出编写风格并统稿校对。

继续希望读者能一如既往地提出宝贵的意见,共同为我国图形学软件事业的发展做好底层开发工作。笔者 E-mail: klingde@163.com。

孔令德  
2009 年 6 月

# 目 录

第 1 章 导论	1
一、习题解答	1
二、习题拓展	5
第 2 章 Visual C++ 6.0 绘图基础	8
一、习题解答	8
二、习题拓展	31
第 3 章 基本图形的扫描转换	35
一、习题解答	35
二、习题拓展	58
第 4 章 多边形填充	62
一、习题解答	62
二、习题拓展	98
第 5 章 二维变换和裁剪	101
一、习题解答	101
二、习题拓展	112
第 6 章 三维变换和投影	115
一、习题解答	115
二、习题拓展	138
第 7 章 自由曲线曲面	141
一、习题解答	141
二、习题拓展	170
第 8 章 分形几何	173
一、习题解答	173
二、习题拓展	199
第 9 章 动态消隐	202
一、习题解答	202

二、习题拓展 .....	225
<b>第 10 章 真实感图形</b> .....	<b>228</b>
一、习题解答 .....	228
二、习题拓展 .....	274
<b>参考文献</b> .....	<b>277</b>



# 第 1 章 导 论

## 一、习题解答

1. 计算机图形学的定义是什么？说明计算机图形学、图像处理和模式识别之间的关系。

**【解】** 计算机图形学是一种使用图形生成原理和算法将二维或三维图形转化为计算机光栅化显示的学科。

计算机图形学是研究如何利用计算机把描述图形的数学模型通过指定的算法转化为图像显示的一门学科。图像处理是对基于点阵的图像进行增强、去噪、复原、分割、重建、编码、存储、压缩和恢复等不同处理方法的学科。模式识别是把点阵图像进行特征抽取，然后用统计学方法给出图形描述的学科。

随着光栅扫描显示器的广泛应用，这 3 门学科之间的界限越来越模糊，甚至出现了相互渗透和融合。对于计算机图形学中在光栅扫描显示器上绘制斜线出现的阶梯走样问题，可以采用图像处理技术进行反走样处理。对扫描成 JPG 格式的文档图片，可以使用模式识别软件识别成 TXT 文本，然后再把识别出来的内容粘贴到 Word 里面进行编辑。这些应用都说明计算机图形学、模式识别和图像处理这 3 门学科是相互促进和发展的。

2. 什么是虚拟现实？虚拟现实和视景仿真有何异同？

**【解】** 虚拟现实是用计算机生成一种虚拟环境，用户可以“沉浸”到该环境中，随意观察周围的景物，并可通过一些特殊设备与该环境直接进行交互的技术。在虚拟现实中，用户看到的是全彩色的景象，听到的是虚拟环境中的声音，感受到的是虚拟环境设备反馈的作用力，从而产生身临其境的感觉。虚拟现实强调的是使用数据手套、头盔显示器等特殊设备使人的视觉、听觉、触觉沉浸于虚拟环境的计算机系统中，产生一种身临其境的错觉。

视景仿真是仿真动画的高级阶段，也是虚拟现实技术最重要的表现形式，它是使用户产生身临其境感觉的交互式仿真环境，实现用户与该环境直接进行自然交互。视景仿真采用计算机图形图像技术，根据仿真的目的，构造仿真对象的三维模型或再现真实的环境，达到非常逼真的仿真效果。视景仿真可分为仿真环境制作和仿真驱动，使用该技术有利于缩短试验和研制周期，提高试验和研制质量，节省试验和研制经费，并已经在许多领域得到广泛运用，如训练仿真器、城市规划仿真、大型工程仿真等。

3. 名词解释：点阵法、参数法、图形、图像的含义。

**【解】** 点阵法是在实现阶段用具有颜色信息的像素点阵来表示图形的一种方法。

参数法是在设计阶段采用几何方法建立数学模型时，用形状参数和属性参数描述图形的一种方法，形状参数可以是线段的起始点和终止点等几何参数，属性参数则包括线段的颜色、线型和宽度等非几何参数。

图形是使用参数法描述的矢量图，图像是使用点阵法描述的位图。

4. 名词解释：光栅、荫罩板、三枪三束、扫描线的含义。

**【解】** 光栅是由于电子束的周期运动，在屏幕上留下的荧光点。

荫罩板是表面有许多小孔且热膨胀率很低的钢板,安装在显示器的荧光屏前面,用于控制电子束击打荧光点的方向和位置。只有准确瞄准荧光点的电子束才能穿过荫罩板上的一个罩孔,激活与之对应一个的 RGB 荧光点,荫罩板会拦下任何散乱电子束以避免其轰击错误的荧光点。

三枪三束是为了显示彩色所使用的电子枪,安装在 CRT 内的电子枪为红绿蓝三支电子枪,分别发射红绿蓝三支电子束,称为三枪三束。现在也有单枪三束的电子枪。

扫描线是由于电子束从左至右、从上至下有规律地周期运动,在屏幕上留下了的线条。

5. Ivan E. Sutherland 对计算机图形学的主要贡献有哪些?

**【解】** 主要贡献如下。

(1) 1963 年美国麻省理工学院的 Ivan E. Sutherland 完成了《Sketchpad: 一个人机通信的图形系统》博士学位论文。该论文首次使用“Computer Graphics”术语,证明了交互式计算机图形学是一个可行的、有应用价值用的研究领域,从而确立了计算机图形学作为一个崭新学科的独立地位。

(2) 提出对图形的存储采用分层的数据结构,即将一幅完整的复杂图形通过不同图层的调用来实现,这形成了直到今天仍在使用的图像存储方法。

(3) Ivan E. Sutherland 的 Sketchpad 系统被公认为是交互式图形生成技术的发展基础。

(4) 1968 年 Ivan E. Sutherland 又发表了名为《头戴式三维显示器》的论文,在头盔的封闭环境下利用计算机成像的左右视图匹配方法,生成立体场景,使人置身于虚拟现实之中。

6. 在带手写板的手机上用“笔”手写汉字后会进行自动识别,这属于哪个学科?

**【解】** 属于模式识别。

7. 为什么说计算机图形学是基于显示设备而发展的学科? 简述图形显示器发展的历史。

**【解】** 计算机图形学是使用显示器绘图的一门学科,显示器是计算机图形学发展的硬件依托,显示器的发展经历了随机扫描显示器、直视存储管显示器和光栅扫描显示器这 3 个主要阶段。目前计算机图形学的基本算法都是基于光栅扫描显示器而提出的。

8. 为什么说随机扫描显示器是画线设备,而光栅扫描显示器是画点设备?

**【解】** 随机扫描显示器的电子束的定位和偏转具有随机性,电子束不进行全屏扫描,其轨迹随图形的定义而变化,只在需要的地方轰击荧光屏。图形的定义是存放在文件存储器中的一组画线命令。随机扫描显示器周期性地读取画线命令,依次在屏幕上画出线条,当所有的画线命令都执行完毕后,图像就显示出来。这时随机扫描显示器又返回到第一条命令行进行屏幕刷新。随机扫描显示器可以直接按指定路径画线,所画直线光滑没有锯齿,因而图像清晰,主要用于显示高质量的图像。

光栅扫描显示器是画点设备,可看作是一个点阵单元发生器,并可控制每个点阵单元的颜色,这些点阵单元被称为像素。光栅扫描显示器不能从单元阵列中的一个可编址的像素点直接画一条直线到达另一个可编址的像素点,只能用靠近这条直线路径的像素点集来近似地表示这条直线。显然,只有在绘制水平、垂直直线及  $45^\circ$  线时,像素点集在直线路径上的位置才是准确的,其他情况下的直线均呈阶梯状,出现锯齿。

9. 什么是像素,像素的参数有哪些? 打开 Windows 附件中自带的“画图”工具,选择放

放大镜的比例为 8x, 执行“查看”|“缩放”|“显示网格”菜单命令, 绘制一条斜线, 观察像素级直线的形状。

**【解】** 像素(pixel)是图形元素(picture element)的简称, 真实像素的形状为正方形, 在任意时刻只能显示一种颜色, 颜色不可再分。一个像素的参数有位置坐标( $x, y$ )和颜色值 Color。

打开 Windows 附件中自带的“画图”工具, 选择放大镜的比例为 8x, 执行“查看”|“缩放”|“显示网格”菜单命令, 绘制一条斜线, 效果如图 1-1 所示。

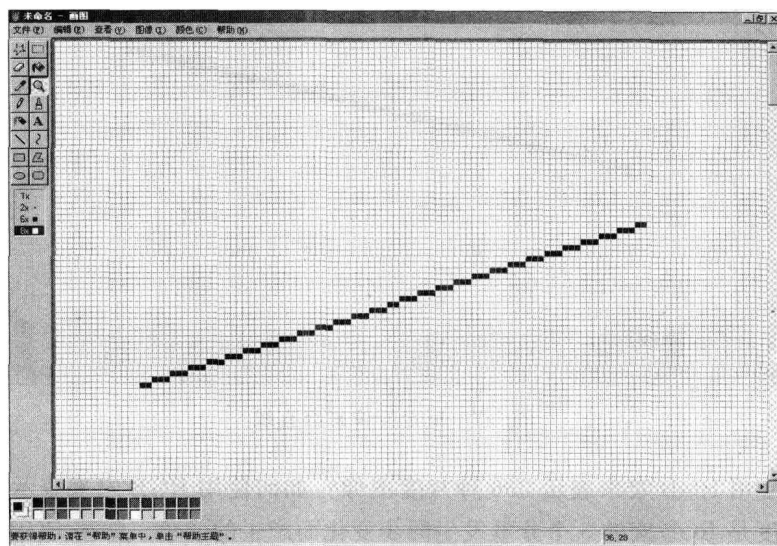


图 1-1 像素级直线

10. 在任意瞬时, 光栅扫描显示器中只有一个荧光点被电子枪激发。说明电子束是如何运动形成一帧图像的?

**【解】** 根据帧缓冲存储器的内容, 电子束由偏转系统控制从屏幕的左上角开始水平逐点匀速扫描屏幕, 当到达每行的右端时, 电子束立即回到屏幕左端下一行的起点位置, 再匀速地向右扫描……, 一直扫描到屏幕的右下角, 完成一帧图像的扫描, 然后电子束又回到屏幕左上角按照帧缓冲存储器的内容再次扫描屏幕。

11. 近距离使用计算机时感觉不到扫描线的移动, 试通过摄像机观察显示器屏幕上有什么现象?

**【解】** 摄像机和电视机存在着刷新率不匹配的问题, 计算机屏幕刷新一般率大于 60Hz, 而摄像机刷新率一般为 20~30Hz。如果摄像机的刷新率和计算机的刷新率同步, 也就是说使摄像机和电视机的刷新率成倍数关系, 就不会出现自上而下的条纹移动。

12. 什么是直线的走样? 使用微软中文字处理软件 Word 中的绘图工具绘制一条直线, 该直线已经进行了反走样处理。将该直线复制到 Windows 附件中自带的“画图”工具中观察, 试对比分析走样直线和反走样直线之间的区别。

**【解】** 在光栅扫描显示器上绘制斜线时出现的锯齿, 是由于像素点不完全位于同一行或同一列而引起的, 这种现象称为直线的走样。反走样技术的基本途径是对直线边缘像素

点的颜色通过算法进行调节,减弱锯齿效果。例如可以使用两个像素点代替一个直线上的点,离直线近的像素点的颜色接近直线的颜色,离直线远的像素点的颜色接近背景色,如图 1-2 所示。

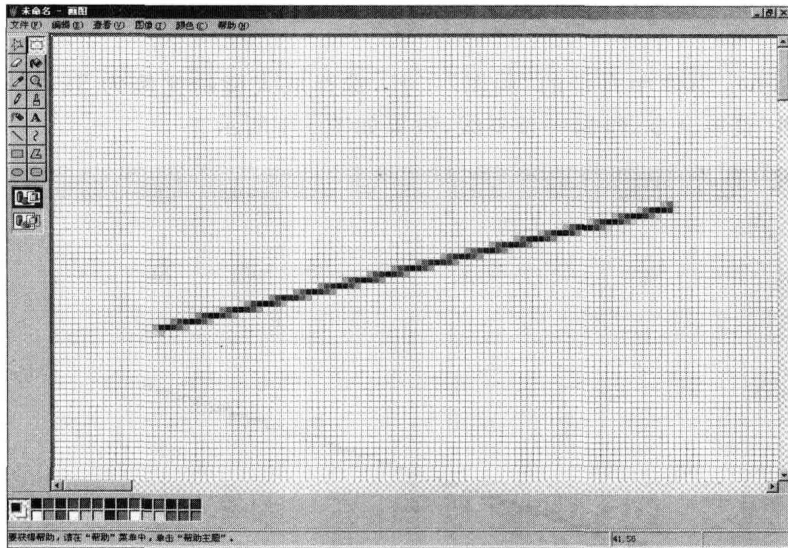


图 1-2 反走样像素级直线

13. 如何使用 RGB 宏来表示 256 种灰度图像? 如何使用 RGB 宏来表示彩色图像?

**【解】** 灰度是 RGB 宏的 3 个分量发生同步变化而产生的颜色。如果 RGB 宏的 3 个分量发生不同步变化将产生彩色。例如 RGB(128,128,128)是灰度,而 RGB(128,0,0)是彩色。

14. 帧缓冲器容量如何计算? 若要在  $800 \times 600$  的屏幕分辨率下显示 256 种灰度图像,帧缓冲器的容量至少应为多少?

**【解】** 帧缓冲器的容量是根据屏幕像素点个数、颜色种类和颜色位数确定的。在  $800 \times 600$  的屏幕分辨率下显示 256 种灰度图像的帧缓冲器容量为  $800 \times 600 \times 1 \times 8b = 3840000b$ 。

15. CRT 显示器因为要有足够的空间给电子束加速,不能制造得很薄。目前,便携式显示器有哪些产品?

**【解】** 有液晶显示器和等离子显示器等。

16. 为什么要制定图形软件标准? 经 ISO 批准的第一个图形软件标准是什么?

**【解】** 图形软件标准最初是为提高软件的可移植性而提出的标准。国际标准化组织 ISO 批准的第一个图形软件标准软件是图形核心系统 GKS。

17. 查找资料解释人机交互技术术语: 回显、约束、网格、引力域、橡皮筋、拖动、草拟和旋转。

**【解】** 基本交互绘图技术包括回显、约束、网格、引力域、橡皮筋、拖动、草拟和旋转等技术,这些技术协调使用可以完成图形的交互操作。

(1) 回显技术。回显技术就是对图形的交互操作用某种方式表达出来的技术。

(2) 约束技术。约束就是在绘图过程中对图形的方向、形状进行控制的技术。

(3) 网格技术。在屏幕坐标处显示矩形网格,用于确定图形的精确位置坐标。

(4) 引力域技术。引力域是如何使用鼠标将一条边的终点准确连接到另一条已经画好的边的某一顶点上的技术。

(5) 橡皮筋技术。橡皮筋技术是将绘图过程动态、连续地表现出来,直到产生使用户满意的结果为止的技术。

(6) 拖动技术。将图形的运动状态动态、连续地表示出来的技术。

(7) 草拟技术。实现用户使用鼠标任意绘图的技术。

(8) 旋转技术。通过指定图形旋转中心,使用鼠标旋转图形的技术。

18. 谁提出分形几何学? 分形几何学的研究对象是什么?

**【解】** 1973年,曼德尔布罗特(B. B. Mandelbrot)首次提出了分形几何学的设想。分形(fractal)一词,是曼德尔布罗特创造出来的,其原意具有不规则、支离破碎等意义,分形几何学是一门以非规则几何形态为研究对象的几何学。由于不规则现象在自然界是普遍存在的,因此分形几何学又称为描述大自然的几何学。

19. 图 1-3 是一幅笔者制作的三维立体画,里面写有文字。请把图片上方的两个黑点作为目标,用稍微模糊的视线越过三维立体画眺望远方,就会从两个点各自分离出另外两个点而成为 4 个点,调整视线将里面的两个点合并为一个点,也即当 4 个点变为 3 个点时,就会看到立体图像。请问,在图片中看到了什么文字?

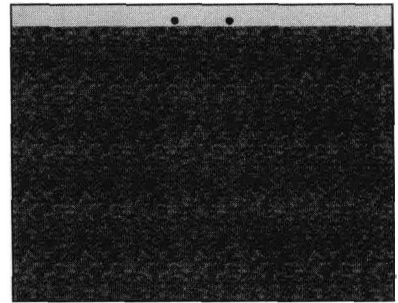


图 1-3 文字三维立体画

**【解】** 三维立体画内的文字为“CG”字母。

## 二、习题拓展

1. SIGGRAPH 年度盛会是 ACM 在计算机图形图像和互动技术方面开展的最大型的、影响最广的活动。ACM SIGGRAPH 北京分会是 ACM SIGGRAPH 总部在 2004 年授权成立的分会组织。请打开网页 <http://www.siggraph.org.cn/Pages/index.aspx> 了解当年的会议内容。

2. 选择一张猫和一张虎的头像,使用 ZealSoft 公司的 Fun Moph 软件制作一个“猫变虎”的变形动画。变形效果如图 1-4 所示。



图 1-4 猫变虎动画

3. 使用 3ds max 软件制作“研究所漫游”三维动画,动画效果如图 1-5 所示。

4. 使用 Adobe 公司的 ImageReady 软件制作“精品课程”文字动画。动画过程如图 1-6 所示。

5. 使用立体相机或两个普通相机组合拍摄一对立体双图(如图 1-7 所示),使用 Adobe 公司的 Photoshop 软件制作出如图 1-8 所示的红绿立体图,并佩戴互补色眼镜观察立体效果。

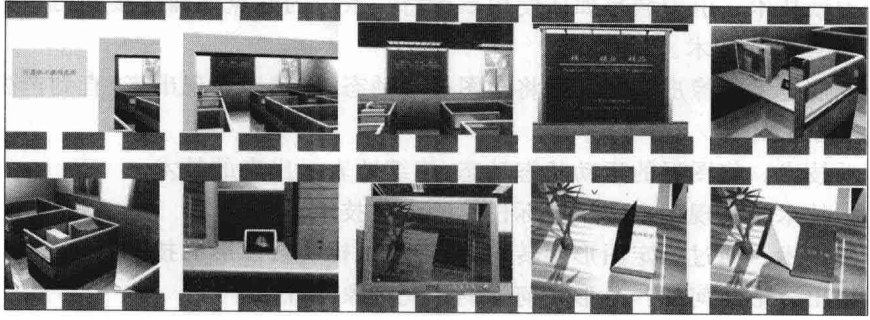
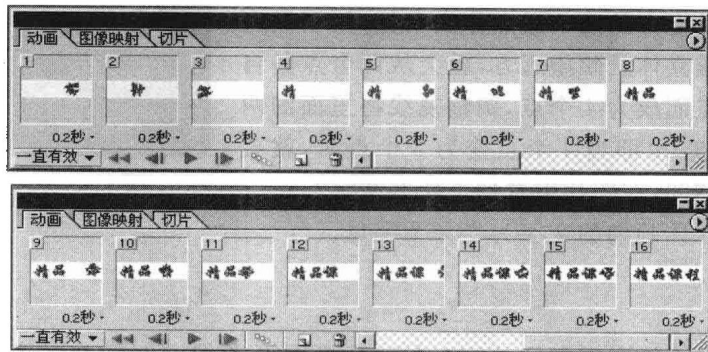


图 1-5 研究所漫游动画

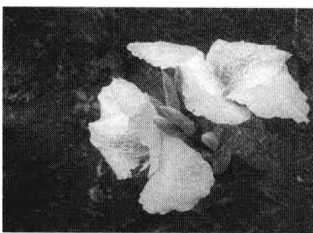


(a)

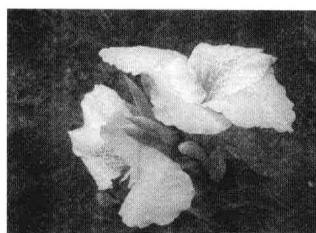


(b)

图 1-6 文字动画过程



(a) 左图



(b) 右图

图 1-7 立体双图

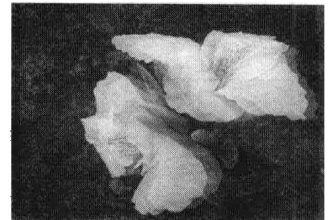


图 1-8 红绿立体图

6. 如果图元形状完全相同, 仅是在彼此距离上稍作调整, 得到的是伪浮画。根据三维立体画原理, 假定背景图案的水平重复距离为  $D$ , 如果图元之间的距离  $d$  减小 ( $d < D$ ), 则其立体效果高出纸面; 如果图元之间的距离  $d$  加大 ( $d > D$ ), 则其立体效果低于纸面。请使用 Photoshop 软件制作如图 1-9 所示的三维立体画(伪浮画)。





图 1-9 立体伪浮图

## 第 2 章 Visual C++ 6.0 绘图基础

### 一、习题解答

1. 参照主教材例 2-3, 将 CRect 类的定义文件命名为 Rect. h, 类的实现文件命名为 Rect. cpp; 将 CCube 类的定义文件命名为 Cube. h, 类的实现文件命名为 Cube. cpp; 将 main 函数命名为 Main. cpp 文件。使用 Win32 Console Application 进行编译, 输出图 2-1 所示的结果。请简述编译过程。

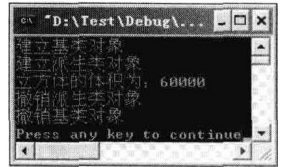


图 2-1

**【解】** 在 Visual C++ 的 MFC 框架内, 通过 ClassView 面板和 FileView 面板的对比可以观察到, MFC 中每个类的定义都是以字母“C”开头的, 由头文件 (\*.h) 和源文件 (\*.cpp) 组成。例如主框架类在 ClassView 面板的名称为 CMainFrame, 在 FileView 面板的文件为 MainFrm.h 和 MainFrm.cpp。本习题设计的目的是使用 Win32 Console Application 来将一个类的定义和实现分开。

(1) Rect. h 头文件。

```
#include "iostream.h"
class CRect //基类
{
public:
    CRect(double, double);
    ~CRect();
    double circum();
    double area();
protected:
    double length;
    double width;
};
```

(2) Rect. cpp 源文件。

```
#include "Rect.h"
CRect::CRect(double len, double w) //基类带参构造函数
{
    length = len;
    width = w;
    cout << "建立基类对象" << endl;
}
CRect::~CRect() //基类析构函数
```

```

{
    cout<<"撤销基类对象"<<endl;
}
double CRect::circum() //基类周长函数
{
    return 2* (length+width);
}
double CRect::area() //基类面积函数
{
    return length* width;
}

```

(3) Cube. h 头文件。

```

#include "Rect.h"
class CCube:public CRect //公有继承派生类
{
public:
    CCube(double,double,double);
    ~CCube();
    double volume(); //新增体积成员函数
private:
    double height; //新增高度数据成员
};

```

(4) Cube. cpp 源文件。

```

#include "Cube.h"
CCube::CCube(double len,double wid,double hei):CRect(len,wid) //派生类构造函数
{
    height=hei;
    cout<<"建立派生类对象"<<endl;
}
CCube::~~CCube() //派生类析构函数
{
    cout<<"撤销派生类对象"<<endl;
}
double CCube::volume() //派生类体积函数
{
    return length* width* height;
}

```

(5) Main. cpp 源文件。

```

#include "Cube.h"
void main()
{
    CCube * p=new CCube(30,20,100);
}

```