



高等院校计算机科学与技术专业“十三五”规划教材

计算机图形学实用技术

◎主编 纛莹 谢文昊

JISUANJI TUOXINGXUE
SHIYONG JISHU



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

高等院校计算机科学与技术专业“十三五”规划教材

计算机图形学实用技术

主编 龔 莹 谢文昊



西安电子科技大学出版社

内 容 简 介

本书比较全面地介绍了计算机图形学的基本知识,以及现有的成熟技术,并提供了相关编程实例。全书共9章,主要内容包括两个方面:一是计算机图形学的基本内容,涉及基本图形生成与多边形填充、字符生成、二维裁剪、二维变换、三维变换、典型曲线曲面、真实感图形基础、计算机动画技术等;二是计算机图形处理软件和实际操作技术,详尽给出了算法理论在交互式图形开发中的实现技术。在介绍计算机图形学的实用技术时,本书介绍了有关图像层次、通道、色彩调整等功能和操作方法,并结合产品设计理论详尽设计了应用范例,有助于提高读者的计算机辅助造型设计能力和使用 Photoshop 进行图形图像处理的能力。

本书内容全面翔实,概念简明清晰,实例丰富实用,适合作为高等院校计算机相关专业的本科生教材和工程技术人员的参考用书,也可作为图形图像爱好者的自学用书,还可作为相关课程设计的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

计算机图形学实用技术/龔莹,谢文昊主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2017.12
ISBN 978-7-5606-4744-9

I. ① 计… II. ① 龔… ② 谢… III. ① 计算机图形学
IV. ① TP391.411

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 277641 号

策 划 马乐惠
责任编辑 李清妍 阎 彬
出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)
电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071
网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfxb001@163.com
经 销 新华书店
印刷单位 陕西利达印务有限责任公司
版 次 2017年12月第1版 2017年12月第1次印刷
开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印张 15.5
字 数 365千字
印 数 1~3000册
定 价 35.00元

ISBN 978-7-5606-4744-9/TP

XDUP 5036001-1

*** 如有印装问题可调换 ***

前言

随着计算机应用的普及和深入,越来越多的计算机专业人员和广大非计算机专业应用人员,从计算机图形图像的实用角度来研究和开发计算机图形生成技术及软件。由于计算机图形能在人与计算机之间建立起直观形象及高效率的对话手段,所以计算机图形学随着计算机的发展和应用已渗透到各个领域。

目前,几乎所有的高校都开设了“计算机图形学”这门课程。该课程主要是研究用计算机及图形设备输入、表示、修改、变换和输出图形的原理、算法和系统。也就是说,它主要研究如何在计算机中表示图形,以及利用计算机进行图形的计算、处理和显示的相关原理与算法。

本书是编者在多年教学实践的基础上,结合国内外有关教材,针对高等院校本科教学而编写的,其主要内容包括两个方面:一是计算机图形学的基本内容,涉及基本图形生成与多边形填充、字符生成、二维裁剪、二维变换、三维变换、典型曲线曲面、真实感图形基础、计算机动画技术等基本内容;二是计算机图形处理软件 and 实际操作技术。书中还详尽给出了文中算法理论在 Visual C++ 交互式图形开发中的实现技术。在介绍计算机图形学的实用技术时,本书介绍了有关图像层次、通道、色彩调整等功能和操作方法,最后结合计算机图形设计系统在产品等方面应用范例,阐述了如何提高计算机辅助造型设计方面的能力。

本书在遵循本学科科学性与系统性、基础性与实践性并重的前提下,由浅入深、循序渐进,特别加之以大量具有代表性的实例,由此达到将理论和实践相结合的目的。

本书分为 9 章,分别如下:

第 1 章 计算机图形学基础,简单介绍了计算机图形学的基本概念、应用和发展动态。

第 2 章 图形与图像技术基础,主要介绍了图形系统的组成和基本功能、图形学基本术语及图形用户界面。

第 3 章 交互式 Visual C++ 图形基础编程,主要介绍了图形编程基础、Visual C++ 软件设计方法、绘图模式设置以及 OpenGL 图形标准。

第 4 章 计算机基本图形生成,主要介绍了直线段、圆和椭圆的生成;区域填充;二维图像裁剪;线宽与线型的处理等基本图形生成技术。

第 5 章 图形变换,主要介绍了二维基本几何变换、复合变换、三维几何变换、三维平

行投影变换以及三维透视投影变换。

第6~8章 主要介绍了自由曲线和曲面造型技术、真实感造型技术以及动画技术。

第9章 图像处理软件 Photoshop, 简单介绍了图像处理软件 Photoshop 的功能和使用。

本书由西安石油大学龔莹、谢文昊担任主编。第1章、第2章、第3章、第6章、第7章、第8章、第9章由龔莹编写;第4章、第5章由谢文昊编写;全书由龔莹统稿。西安石油大学计算机学院研究生史瑶捷、任飞龙完成了书中程序的调试工作。

本书在编写过程中,得到了西安电子科技大学出版社的大力支持和帮助,在此表示诚挚的感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者不吝指正。

编 者

2017年10月

目 录

第 1 章 计算机图形学基础	1
1.1 计算机图形学的研究内容	1
1.2 计算机图形学与图像处理	2
1.3 计算机图形学的发展	3
1.4 计算机图形学的应用领域	4
习题	6
第 2 章 图形与图像技术基础	8
2.1 图形系统	8
2.1.1 图形系统的基本功能	8
2.1.2 图形系统的组成	9
2.2 计算机图形系统的基本术语	9
2.2.1 图形与图像	10
2.2.2 矢量图与点阵图	11
2.2.3 图像的分类	12
2.2.4 分辨率	12
2.2.5 图像的存储格式	14
2.3 图形用户界面	15
2.3.1 图形用户界面设计的相关理论	15
2.3.2 图形用户界面的特征	17
2.3.3 图形用户界面的设计技术	18
习题	22
第 3 章 交互式 Visual C++ 图形基础编程	23
3.1 Visual C++ 软件设计方法	23
3.1.1 开发环境和开发工具概述	23
3.1.2 实用 AppWizard 生成一个图形应用重 要程序的框架	25
3.1.3 实用资源编辑器生成图形用户界面	27
3.1.4 利用消息映射和消息处理 交互式绘图	29
3.2 图形编程基础	32
3.2.1 图形设备接口	33
3.2.2 设备环境	33
3.2.3 设备环境类	33
3.2.4 GDI 对象	37
3.2.5 DC 与 GDI 设备之间的关系	38
3.3 在视图内绘图	38
3.3.1 OnDraw 成员函数	38
3.3.2 Windows 设备环境	38
3.3.3 常见绘图	39
3.4 映射模式	41
3.4.1 Windows 映射模式简介	41
3.4.2 如何设置映射模式	42
3.5 OpenGL 图形标准	42
3.5.1 OpenGL 简介	42
3.5.2 OpenGL 的主要特点和功能	43
3.5.3 OpenGL 开发库的基本组成	44
3.5.4 在 Visual C++ 中使用 OpenGL 库函数的方法	44
习题	45
第 4 章 计算机基本图形生成	46
4.1 直线的生成	46
4.1.1 数值微分法	46
4.1.2 中点 Bresenham 算法	48
4.1.3 改进的中点 Bresenham 算法	50
4.2 圆与椭圆的生成	51
4.2.1 圆的特点	51
4.2.2 中点 Bresenham 画圆法	52

4.2.3 椭圆的特点	54	5.4 三维几何变换	94
4.2.4 中点 Bresenham 椭圆绘制法	55	5.4.1 三维基本几何变换	94
4.3 区域填充	59	5.4.2 三维复合几何变换	97
4.3.1 多边形区域填充	59	5.5 三维平行投影变换	100
4.3.2 边填充	62	5.5.1 正平行投影	101
4.3.3 种子填充	65	5.5.2 斜平行投影	105
4.4 二维图像裁剪	66	5.6 三维透视投影变换	106
4.4.1 窗口区与视图区	66	5.6.1 一点透视	106
4.4.2 直线段裁剪	67	5.6.2 二点透视	107
4.4.3 多边形裁剪	74	5.6.3 三点透视	108
4.4.4 其他裁剪	78	习题	108
4.5 线宽与线型的处理	79	第 6 章 曲线和曲面	110
4.5.1 直线线宽的处理	79	6.1 参数表示曲线和曲面的基础知识	110
4.5.2 线型的处理	81	6.1.1 曲线和曲面的表示方法	110
习题	81	6.1.2 位置矢量、切矢量、法矢量	111
第 5 章 图形变换	83	6.1.3 样条表示	112
5.1 基本概念	83	6.2 Hermite 曲线	114
5.1.1 几何变换	83	6.2.1 n 次参数多项式曲线	114
5.1.2 齐次坐标	83	6.2.2 三次 Hermite 曲线的定义	115
5.1.3 二维变换矩阵	84	6.2.3 三次 Hermite 曲线的矩阵表示	116
5.1.4 三维变换矩阵	84	6.2.4 三次 Hermite 曲线的生成	117
5.2 二维基本几何变换	85	6.3 Bezier 曲线	120
5.2.1 平移变换	85	6.3.1 Bezier 曲线的定义	120
5.2.2 比例变换	86	6.3.2 Bezier 曲线的性质	122
5.2.3 旋转变换	87	6.3.3 Bezier 曲线的生成	124
5.2.4 对称变换	88	6.4 B 样条曲线	127
5.2.5 错切变换	89	6.4.1 B 样条曲线的定义	127
5.2.6 二维图形几何变换的计算	90	6.4.2 B 样条曲线的表示及性质	128
5.3 复合变换	91	6.4.3 B 样条曲线的生成	132
5.3.1 二维复合平移变换	91	6.5 Bezier 曲面	135
5.3.2 二维复合比例变换	91	6.5.1 Bezier 曲面的定义及性质	135
5.3.3 二维复合旋转变换	92	6.5.2 Bezier 曲面的生成	136
5.3.4 其他二维复合变换	92	6.6 B 样条曲面	138
5.3.5 相对任意参考点的二维几何变换	92	6.7 有理样条曲线	139
5.3.6 相对任意方向的二维几何变换	93	6.7.1 有理 Bezier 曲线	140
		6.7.2 有理 B 样条曲线	141

6.7.3 非均匀有理 B 样条(NURBS)曲线	143	7.7 OpenGL 真实感图形	188
6.7.4 NURBS 曲线的生成	144	7.7.1 OpenGL 光照函数	188
6.7.5 NURBS 曲面的生成	146	7.7.2 物体表面特性函数	192
习题	150	7.7.3 OpenGL 纹理映射	193
第 7 章 真实感图形技术	151	7.7.4 纹理映射实例	196
7.1 概述	151	习题	199
7.1.1 真实感图形生成流程	151	第 8 章 动画技术	200
7.1.2 真实感图形特点	152	8.1 计算机动画技术的起源、发展与应用	200
7.2 消隐技术	153	8.1.1 计算机动画技术的起源与发展	200
7.2.1 消隐的定义和分类	153	8.1.2 计算机动画技术的应用	201
7.2.2 Z 缓冲区算法	154	8.1.3 计算机动画技术的未来	202
7.2.3 画家算法	157	8.2 传统动画	202
7.2.4 隐藏面消隐算法实例	161	8.2.1 动画的定义	202
7.3 颜色模型	164	8.2.2 传统动画片的制作过程	203
7.3.1 物体的颜色	165	8.2.3 动作效果与画面切换	204
7.3.2 颜色空间	166	8.3 计算机动画	204
7.3.3 常用颜色模型	166	8.3.1 计算机动画研究内容	204
7.3.4 OpenGL 中的颜色模型	167	8.3.2 计算机动画系统的分类	205
7.3.5 颜色模型算法实例	169	8.3.3 计算机辅助二维动画	205
7.4 简单的光照模型	171	8.3.4 计算机辅助三维动画	206
7.4.1 基本的光学原理	171	8.3.5 实时动画和逐帧动画	207
7.4.2 环境光	172	8.4 动画文件格式	207
7.4.3 漫反射光	172	8.4.1 GIF 格式	207
7.4.4 镜面反射光	173	8.4.2 FLI/FLC 格式	207
7.4.5 Phong 光照模型	175	8.4.3 SWF 格式	207
7.4.6 光照模型实例	175	8.4.4 AVI 格式	208
7.5 光线跟踪	178	8.4.5 MOV 格式	208
7.5.1 基本的光线跟踪算法	178	8.5 常见的二维动画软件	208
7.5.2 光线与物体的求交	180	8.6 常见的三维动画软件	208
7.5.3 光线跟踪算法的加速	183	8.6.1 3DS MAX	208
7.6 纹理图案映射	185	8.6.2 Maya 3D	209
7.6.1 纹理的定义	185	习题	210
7.6.2 二维纹理映射	186	第 9 章 图像处理软件 Photoshop	211
7.6.3 三维纹理映射	187	9.1 Photoshop 基础	211
7.6.4 几何纹理	187	9.1.1 Photoshop 基础配置	211

9.1.2 程序界面	211	9.5 产品设计与实训	225
9.1.3 工具箱的简单介绍	213	9.5.1 素材准备与分析	226
9.2 图像的编辑修改与质量改善	216	9.5.2 操作思路	226
9.2.1 图像的编辑修改	216	9.5.3 操作步骤	226
9.2.2 图像的质量改善	217	9.5.4 酒杯的制作	227
9.3 图像滤镜	218	9.5.5 餐具的制作	229
9.3.1 模糊效果	218	9.6 包装设计与实训	230
9.3.2 图像变形	220	9.6.1 手提袋的制作	233
9.3.3 噪声效果	221	9.6.2 化妆品的包装	235
9.3.4 锐化效果	223	习题	239
9.4 图像合成	224		

第1章 计算机图形学基础

1.1 计算机图形学的研究内容

计算机图形学(Computer Graphics, CG)是研究如何用数字计算机表示、生成、处理和显示图形的一门学科。其核心技术是如何建立所处理对象的模型并生成该对象的图形。计算机图形学主要研究内容大体上可以概括为如下几个方面。

(1) 几何模型构造技术(Geometric Modelling)。例如各种不同类型几何模型二维或三维的构造方法及性能分析、曲线与曲面的表示与处理、专门或通用模型构造系统的研究,等等。

(2) 图形生成技术(Image Synthesis)。例如各种不同类型几何模型二维或三维线/面消隐、光照模型、明暗处理、纹理、阴影、灰度与色彩等各种真实感图形的显示技术。

(3) 图形操作与处理方法(Picture Manipulation)。例如图形的裁剪、平移、旋转、放大/缩小、对称、错切、投影等各种变换操作方法及其软件或硬件实现技术。

(4) 图形信息的存储、检索与交换技术。例如图形信息的各种内外表示方法、组织形式、存取技术、图形数据库的管理、图形信息的通信等。

(5) 人机交互及用户的接口技术。例如新型定位设备、选择设备的研究,各种交互技术,如构造技术、命令技术、选择技术、响应技术等的研究,以及用户模型、命名语言、反馈方法等用户接口技术的研究。

(6) 动画技术。研究实现高速动画的各种软、硬件方法,开发工具,动画语言等。

(7) 图形输出设备与输出技术。例如各种图形显示器(图形卡、图形终端、图形工作站等)逻辑结构的研究,实现高速图形功能的专用芯片的开发,图形硬拷贝设备(特别是彩色拷贝设备)的研究等。

(8) 图形标准与图形软件包的研究开发。例如制定一系列国际图形标准,使之满足多方面图形应用软件开发工作的需要,并使图形应用软件摆脱对硬件设备的依赖性,允许在不同系统之间方便地进行移植。

(9) 山、水、花、草、烟、云等自然景物的模拟生成算法。

(10) 科学计算可视化和三维数据场的可视化,将科学计算中大量难以理解的数据通过计算机图形显示出来,从而加深人们对科学过程的理解。例如有限元分析的结果,应力场、磁场的分布,各种复杂的运动学和动力学问题的图形仿真等。

总之,计算机图形学的研究内容十分丰富。虽然许多研究工作已经进行了多年,并取得了不少成果,但随着计算机技术的进步和图形显示技术应用领域的不断扩大和深入,计算机图形学的研究、开发与应用还将得到进一步的发展。

1.2 计算机图形学与图像处理

计算机图形学的基本含义是使用计算机通过算法和程序在显示设备上构造出图形，即图形是人们通过计算机设计和构造出来的，它可以是现实世界中已经存在的物体图形，也可以是完全虚拟的物体图形。因此，计算机图形学是真实物体或者虚构物体的图形综合技术，其实质就是输入的信息是数据，经过计算机图形系统处理后，输出的结果便是图形，如图 1-1 所示。

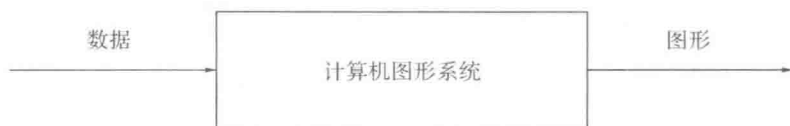


图 1-1 计算机图形学

与此相反，图像处理的景物或者图像的分析技术，就是将客观世界中原来存在的物体影像处理成新的数字化图像的相关技术，它所研究的是计算机图形学的逆过程，包括图像的恢复、图像压缩、图像变换、图像分割、图像增强、模式识别、景物分析、计算机视觉等，并研究如何从图像中提取二维或者三维物体的模型。计算机图像处理系统的输入信息是图像，经处理后的输出仍然是图像，如图 1-2 所示。

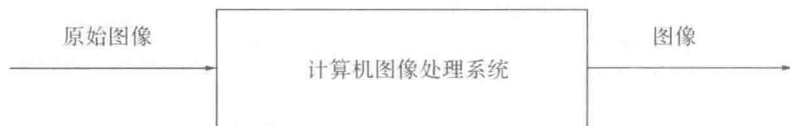


图 1-2 计算机图像处理

从表面上看，计算机图形与计算机图像都与图相关，容易使人混淆，但实际上它们有着本质的不同，主要表现在以下几个方面：

(1) 计算机图形是矢量型的，而计算机图像是点阵型的，或者说是由像素组成的。

(2) 计算机图形系统是从数据到图形的处理过程，而计算机图像处理系统则是从图像到图像的处理过程。

(3) 计算机图形与计算机图像有一定的联系，经过处理可以相互转换，如用着色算法对计算机图形着色(Render)后即生成一幅计算机图像，反之对一幅计算机图像进行矢量化即可得到该图像中的一些轮廓图形。

随着人们对图形概念认识的深入，图形图像处理技术也逐步出现分化。目前，与图形图像处理相关的学科有计算机图形学、数字图像处理(Digital Image Processing)和计算机视觉(Computer Vision)，这些相关学科间的关系如图 1-3 所示。计算机图形学试图将参数形式的数据描述转换成逼真的图像。数字图像处理则着重强调在图像之间进行变换，它旨在对图像进行各种加工以改善图像的视觉效果，如对图像进行增强、锐化、平滑、分割，以及为存储和传输进行编码压缩等。计算机视觉是用计算机来模拟生物外形或宏观视觉功能的科学和技术，它模拟人对客观事物识别过程，是从图像到特征数据、对象的描述表达处理过程。

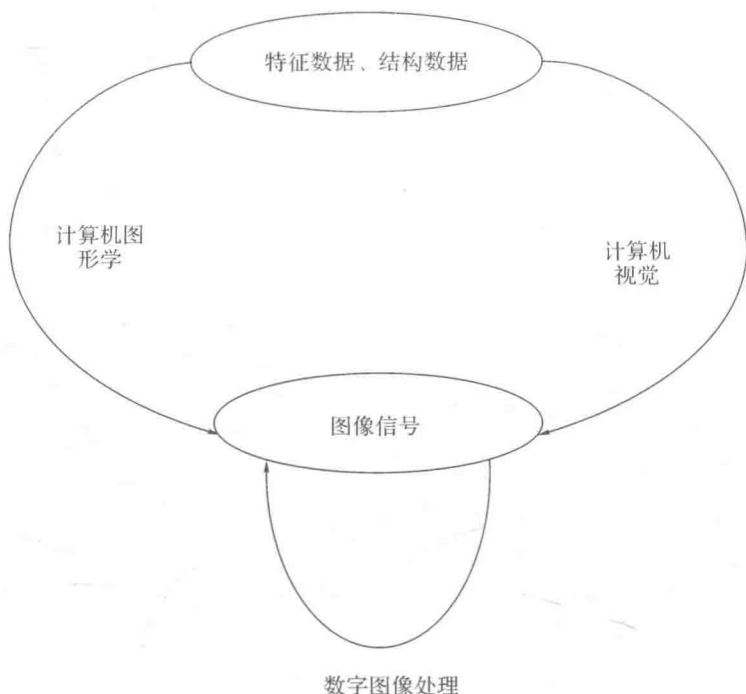


图 1-3 计算机图形学与图像处理

1.3 计算机图形学的发展

计算机图形学的应用可追溯到 20 世纪 50 年代初,麻省理工学院(MIT)旋风 1 号(Whirlwind1)计算机的附件——图形显示器的诞生。它用一个类似于示波器所用的阴极管(CRT)来显示一些简单图形。当时的计算机多用电子管组成,用机器语言编程,主要应用于科学计算,其配置的各种图形输出设备也仅具有图形输出功能。

1962 年,美国麻省理工学院林肯实验室的伊凡·萨瑟兰德(Ivan E. Sutherland)发表了一篇题为“图板:一个人机通信的图形系统”的博士论文,其中首次使用了“计算机图形”这个术语。此论文指出,交互式计算机图形学是一个可行的、有用的研究领域,从而确立了计算机图形学作为一个崭新的学科分支的独立地位。

1964 年,孔斯(S. Coons)提出了孔斯曲面,就是一种用小块曲面片组合表示自由曲面,使曲面片边界上达到任意高阶连续的理论方法。此方法受到了工业界和学术界的极大重视。法国雷诺公司的贝塞尔(P. Bezier)也提出了 Bezier 曲线和曲面,因此,孔斯和贝塞尔被称为计算机辅助几何设计的奠基人。

20 世纪 70 年代是计算机图形学发展过程中一个重要的历史时刻,计算机图形技术的应用进入了实用化阶段,交互式图形系统在许多国家得到应用;许多新的、更加完备的图形系统不断被研制出来。除了在军事上和工业上应用之外,计算机图形学还进入了教育、科研以及事务管理等领域。

作为计算机图形学中关键的设备——图形显示器,也随着计算机技术的发展不断完善。光栅显示器的产生,使得在 20 世纪 60 年代就已萌芽的光栅图形学算法迅速发展起来,

区域填充、裁剪、消隐等基本图形概念及其相应算法纷纷诞生,图形学进入了第一个兴盛时期,并开始出现实用的 CAD 图形系统。因为通用、与设备无关的图形软件的发展,图形软件功能的标准化问题被提了出来。这些标准的制定,对计算机图形学的推广、应用、资源信息共享起到了重要作用。

由于图形设备昂贵、功能简单以及缺乏相应的软件支持,直到 20 世纪 80 年代,计算机图形学还只是一个较小的学科领域。自 20 世纪 80 年代中期以来,超大规模集成电路的发展为图形学的飞速发展奠定了物质基础。个人计算机和图形工作站也得到迅猛发展,主机和图形显示器融为一体,光栅扫描技术更加成熟。计算机运算能力的提高,图形处理速度的加快,使得图形学在各个研究方向得到充分发展,广泛应用于动画、科学计算可视化、CAD/CAM、影视娱乐等各个领域,其应用深度和广度得到了前所未有的发展。

进入 20 世纪 90 年代后,计算机图形学的功能除了随着计算机图形设备的发展而提高外,其自身也朝着标准化、集成化和智能化的方向发展。国际标准化组织(ISO)发布了一系列图形标准,如计算机图形接口标准(CGI)、图形核心系统(GKS)、程序员层次交互式图形系统(PHIGS)、计算机图形元文件标准(CGM)等。这些标准为开发图形支持软件提供了具体的规范和统一的术语,使得在此标准支撑的软件基础上开发的应用软件具有良好的可移植性,并使得图形学从软件到硬件逐步实现了标准化,对今后图形设备的研制有指导意义。

在此后的十几年时间里,计算机图形学与多媒体技术、人工智能及专家系统技术相结合,使得许多图形应用系统出现了智能化的特点,使用起来更方便、高效。另一方面,计算机图形学与科学计算可视化、虚拟现实技术相结合,使得计算机图形学在真实性和实时性方面有了飞速发展。

我国开展计算机图形技术的研究和应用始于 20 世纪 60 年代。近年来,随着计算机及互联网技术的迅速发展,计算机图形学的理论和技术也得到迅速发展,并取得可喜的成果。在硬件方面,我国陆续研制出多种系列和型号的绘图机、数字化仪和图形显示器,其技术指标居国际先进水平,已批量进入市场。与计算机图形学有关的软件开发和应用也迅速发展起来。

1.4 计算机图形学的应用领域

随着计算机图形学的不断发展,其应用范围也日趋广泛。目前计算机图形学的主要应用领域如下。

1. 计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)

CAD/CAM 是计算机图形学最广泛、最重要的应用领域。它使工程设计的方法发生了巨大的改变,即利用交互式计算机图形生成技术进行土建工程、机械结构和产品的设计正在迅速取代绘图板加丁字尺的传统手工设计方法,担负起繁重的日常出图任务以及总体方案的优化和细节设计工作。事实上,一个复杂的大规模或者超大规模集成电路版图根本不可能通过手工设计和绘制,而应用计算机图形学系统不仅能设计和画图,还可以在较短的时间内完成并将结果直接送至后续工艺进行加工处理。

2. 计算机辅助教学(CAI)

在 CAI 领域中,图形是一个重要的表达手段,它可以使教学过程形象、直观、生动,较

大程度地激发学生的学习兴趣,极大地提高了教学效果。随着微机的不断普及,计算机辅助教学系统已深入到家庭。

3. 计算机动画

传统的动画片都是手工绘制的。由于动画放映一秒钟需要 24 幅画面,故手工绘制的工作量相当大。而通过计算机制作动画,只需生成几幅被称作“关键帧”的画面,然后由计算机对两幅关键帧进行插值生成若干“中间帧”,连续播放时两个关键帧被有机地结合起来。这样可以大大节省时间,提高动画制作的效率。图 1-4 所示为动画片《大圣归来》的剧照。



图 1-4 动画片《大圣归来》的剧照

动画不仅可以广泛应用于电影、电视、电脑游戏等娱乐领域,而且可以模拟各种试验,如汽车碰撞时的化学反应、地震破坏等,既节省开支,又安全可靠。

4. 管理和办公自动化

计算机图形学在管理和办公自动化领域中应用较多的是对各种图形的绘制,如统计数据的二维和三维图形、饼图、折线图、直分图等,还可绘制工作进程图、生产调度图、库存图等。所绘图形均以简单形式呈现出数据的模型和趋势,加快了决策的制定和执行。

5. 国土信息和自然资源显示与绘制

国土信息和自然资源系统将过去分散的表册、照片、图纸等资料整理成统一的数据库,记录全国的大地和重力测量数据、高山和平原地形、河流和湖泊水系、道路桥梁、城镇乡村、农田林地植被、国界和地区界以及地名等。利用这些存储的信息不仅可以绘制平面地图,而且可以生成三维地形地貌图,为高层次的国土整治预测和决策、综合治理和资源开发研究提供科学依据。

6. 科学计算可视化

在信息时代,大量数据需要处理。科学计算可视化是利用计算机图形学方法将科学计算的中间或最后结果以及通过测量得到的数据以图形形式直观地表示出来。科学计算可视化广泛应用于气象、地震、天体物理、分子生物学、医学等诸多领域。

7. 计算机游戏

计算机游戏目前已经成为促进计算机图形学研究特别是图形硬件发展的一大动力源泉。计算机图形学为计算机游戏开发提供了技术支持,如三维引擎的创建等。而建模和渲染这两大图形学主要问题在游戏开发中的地位也十分重要。

8. 虚拟现实

虚拟现实技术的应用非常广泛,可以应用于军事、医学、教育和娱乐等领域。虚拟现实即:让体验者带上具有立体感觉的眼镜、头盔或数据手套(如图 1-5 所示),通过视觉、听觉、嗅觉、触觉以及形体或手势等整体融进计算机所创造的虚拟气氛中,从而有身临其境的体验。例如走进分子结构的微观世界里猎奇,在新设计的建筑大厦图形里漫游等。虚拟现实技术也成为近年计算机图形学的研究热点之一。

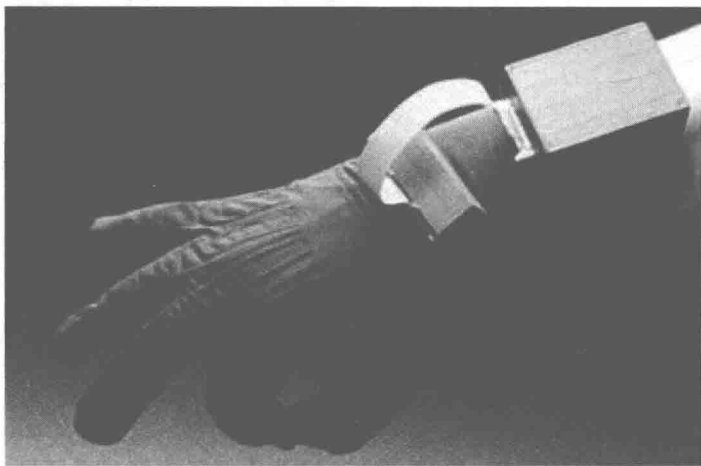


图 1-5 数据手套

习 题

一、选择题

1. 图像处理是景物或者图像的分析技术,它并不研究()。
 - A. 图像增强
 - B. 模式识别
 - C. 虚拟现实环境的生成
 - D. 计算机视觉
2. 计算机图形学的研究内容有()。(可多选)
 - A. 基本图形元素的生成算法
 - B. 几何模型构造技术
 - C. 图形标准的研究开发
 - D. 科学计算可视化
 - E. 图像压缩算法
3. 计算机图形学的应用包括()。(可多选)
 - A. 计算机辅助教学
 - B. 计算机辅助设计与制作
 - C. 国土信息和自然资源的图形显示
 - D. 计算机动画



二、简答题

1. 计算机图形学与图像处理有何联系？有何区别？
2. 简述计算机图形学的研究内容。
3. 简述计算机图形学的发展过程。
4. 简述你所理解的计算机图形学的应用领域。
5. 你使用过哪些商业化图形软件？请分析对比它们的功能和优、缺点。



第2章 图形与图像技术基础

2.1 图形系统

计算机图形系统与一般的计算机系统一样,包括硬件系统和软件系统。硬件系统由主机和图形输入/输出设备组成;软件系统由系统软件和应用软件组成。

2.1.1 图形系统的基本功能

一个计算机图形系统至少应该具有五个方面的基本功能:计算、存储、对话、输入和输出。

1. 计算功能

图形系统应该能够实现设计过程中所需的计算、交换、分析等功能。例如:像素点、直线、曲线、平面、曲面的生成与求交,坐标的几何变换,光、色模型的建立和计算等。

2. 存储功能

在图形系统的存储器中存放着各种形体的集合数据,以及形体之间的连接关系和各种属性信息,并且可以对有关数据和信息进行实时检索、增加、删除、修改等操作。

3. 对话功能

图形系统应该能够通过图形显示器和其他人机交互设备进行人机通信,利用定位、选择、拾取等设备获得各种参数,同时按照用户指示接收各种命令以及对图形进行修改,还应该能够观察设计结果并对用户的错误操作给予必要的提示和跟踪。

4. 输入功能

图形系统应该能够将所设计或者绘制图形的定位数据、几何参数以及各种命令与约束条件输入到系统中去。

5. 输出功能

图形系统应该能够在显示屏幕上显示出设计过程当前的状态,以及经过增加、删除、修改后的结果。当需要较长期保存各种信息时,应该能够通过绘画仪、打印机等设备实现硬拷贝输出,以便长期保存。由于对输出的结果有精度、形式、时间等要求,输出设备应是多种多样的。

上述五种功能是一个图形系统应具备的基本功能,至于每一种功能包含哪些子功能,则要视系统的不同组成和配置而异。