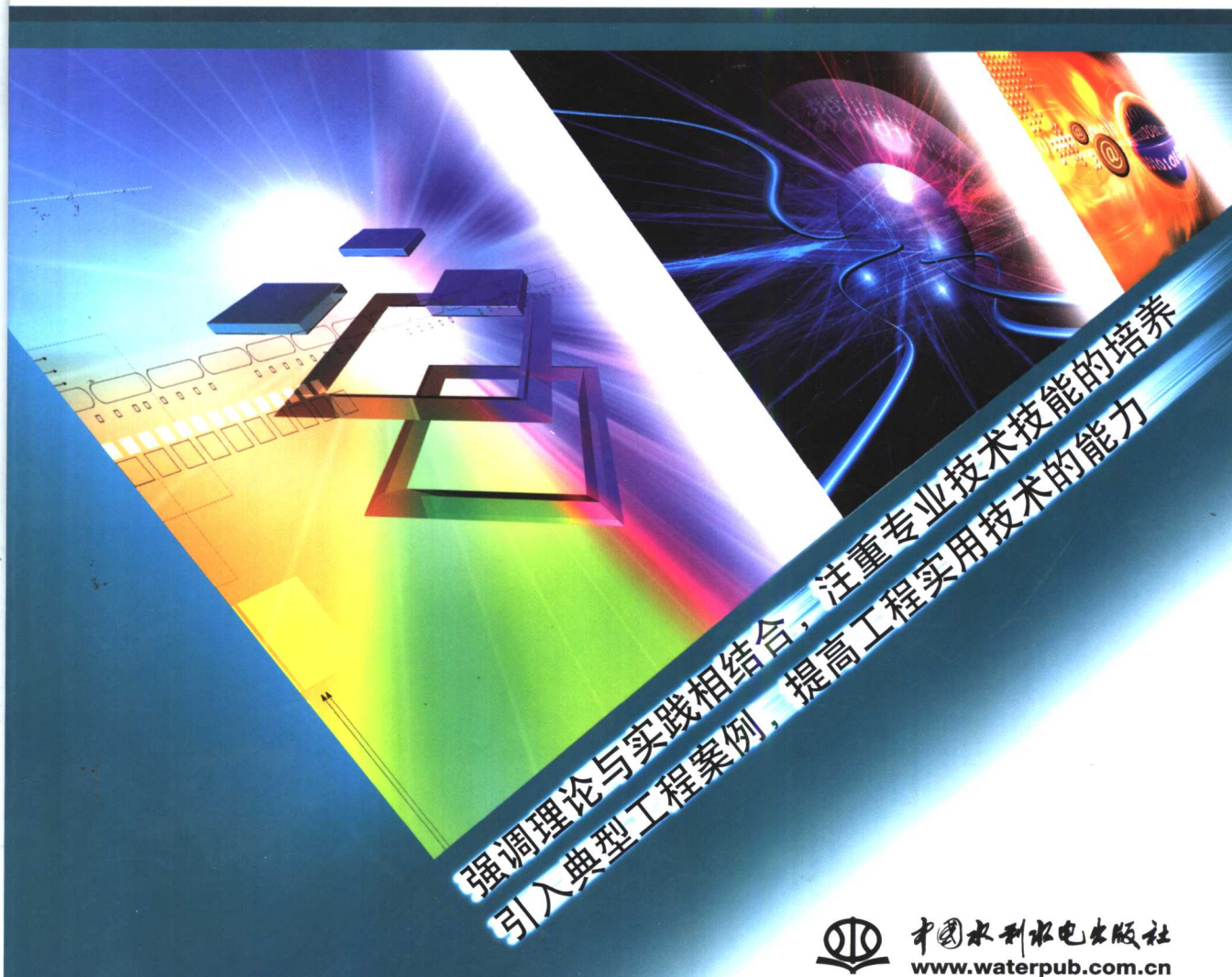




高等院校规划教材

银红霞 杜四春 蔡立军 等编著

计算机图形学



强调理论与实践相结合，注重专业技术技能的培养
引入典型工程案例，提高工程实用技术的能力



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

21 世纪高等院校规划教材

计算机图形学

银红霞 杜四春 蔡立军 等编著

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书详细地介绍了计算机图形学的基本原理、理论、数学方法、算法及计算机图形系统。内容包括计算机图形系统、计算机图形学的基本算法、裁剪与变换、自由曲线和曲面、几何造型、隐藏线和面的消除、真实感图形显示等。书后有3个附录,内容包括图形变换的数学基础、三套模拟试题及参考答案、课程实验指导和课程实验参考解决方案。

本书可以作为高等学校计算机及相近专业的教材,或作为计算机图形学的培训、自学教材;也可供从事计算机图形学或相关领域研究的技术人员参考。

本书为授课教师和读者免费提供 PowerPoint 电子教案,教师可以根据教学需要任意修改,需要者要可从中国水利水电出版社网站 [www. waterpub. com. cn](http://www.waterpub.com.cn) 下载。

图书在版编目(CIP)数据

计算机图形学/银红霞等编著. —北京:中国水利水电出版社,2005

21 世纪高等院校规划教材

ISBN 7-5084-2898-6

I. 计... II. 银... III. 计算机图形学—高等学校—教材 IV. TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 047272 号

书 名	计算机图形学
作 者	银红霞 杜四春 蔡立军 等编著
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: mchannel@263. net (万水) sales@ waterpub. com. cn 电话: (010)63202266(总机)、68331835(营销中心)、82562819(万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京市天竺颖华印刷厂
规 格	787mm × 1092mm 16 开本 17 印张 415 千字
版 次	2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	26.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

序

随着计算机科学与技术的飞速发展,计算机的应用已经渗透到国民经济与人们生活的各个角落,正在日益改变着传统的人类工作方式和生活方式。在我国高等教育逐步实现大众化后,越来越多的高等院校会面向国民经济发展的第一线,为行业、企业培养各级各类高级应用型专门人才。为了大力推广计算机应用技术,更好地适应当前我国高等教育的跨越式发展,满足我国高等院校从精英教育向大众化教育的转变,符合社会对高等院校应用型人才培养的各类要求,我们成立了“21 世纪高等院校规划教材编委会”,在明确了高等院校应用型人才培养模式、培养目标、教学内容和课程体系的框架下,组织编写了本套“21 世纪高等院校规划教材”。

众所周知,教材建设作为保证和提高教学质量的重要支柱及基础,作为体现教学内容和教学方法的知识载体,在当前培养应用型人才中的作用是显而易见的。探索和建设适应新世纪我国高等院校应用型人才培养体系需要的配套教材已经成为当前我国高等院校教学改革和教材建设工作面临的紧迫任务。因此,编委会经过大量的前期调研和策划,在广泛了解各高等院校的教学现状、市场需求,探讨课程设置、研究课程体系的基础上,组织一批具备较高的学术水平、丰富的教学经验、较强的工程实践能力的学术带头人、科研人员和主要从事该课程教学的骨干教师编写出一批有特色、适用性强的计算机类公共基础课、技术基础课、专业及应用技术课的教材以及相应的教学辅导书,以满足目前高等院校应用型人才培养的需要。本套教材消化和吸收了多年来已有的应用型人才培养的探索与实践成果,紧密结合经济全球化时代高等院校应用型人才培养工作的实际需要,努力实践,大胆创新。教材编写采用整体规划、分步实施、滚动立项的方式,分期分批地启动编写计划,编写大纲的确定以及教材风格的定位均经过编委会多次认真讨论,以确保该套教材的高质量和实用性。

教材编委会分析研究了应用型人才与研究型人才在培养目标、课程体系和内容编排上的区别,分别提出了 3 个层面上的要求:在专业基础类课程层面上,既要保持学科体系的完整性,使学生打下较为扎实的专业基础,为后续课程的学习做好铺垫,更要突出应用特色,理论联系实际,并与工程实践相结合,适当压缩过多过深的公式推导与原理性分析,兼顾考研学生的需要,以原理和公式结论的应用为突破口,注重它们的应用环境和方法;在程序设计类课程层面上,把握程序设计方法和思路,注重程序设计实践训练,引入典型的程序设计案例,将程序设计类课程的学习融入案例的研究和解决过程中,以学生实际编程解决问题的能力为突破口,注重程序设计算法的实现;在专业技术应用层面上,积极引入工程案例,以培养学生解决工程实际问题的能力为突破口,加大实践教学内容的比重,增加新技术、新知识、新工艺的内容。

本套规划教材的编写原则是:

在编写中重视基础,循序渐进,内容精炼,重点突出,融入学科方法论内容和科学理念,反映计算机技术发展要求,倡导理论联系实际和科学的思想方法,体现一级学科知识组织的层次结构。主要表现在:背靠计算机学科的科学体系,明确目标定位,分类组织实施,兼容互

补;理论与实践并重,强调理论与实践相结合,突出学科发展特点,体现学科发展的内在规律;教材内容循序渐进,保证学术深度,减少知识重复,前后相互呼应,内容编排合理,整体结构完整;采取自顶向下设计方法,内涵发展优先,突出学科方法论,强调知识体系可扩展的原则。

本套规划教材的主要特点是:

(1) 面向应用型高等院校,在保证学科体系完整的基础上不过度强调理论的深度和难度,注重应用型人才的专业技能和工程实用技术的培养。在课程体系方面打破传统的研究型人才培养体系,根据社会经济发展对行业、企业的工程技术需要,建立新的课程体系;并在教材中反映出来。

(2) 教材的理论知识包括了高等院校学生必须具备的科学、工程、技术等方面的要求,知识点不要求大而全,但一定要讲透,使学生真正掌握。同时注重理论知识与实践相结合,使学生通过实践深化对理论的理解,学会并掌握理论方法的实际运用。

(3) 在教材中加大能力训练部分的比重,使学生比较熟练地应用计算机知识和技术解决实际问题,既注重培养学生分析问题的能力,也注重培养学生思考问题、解决问题的能力。

(4) 教材采用“任务驱动”的编写方式,以实际问题引出相关原理和概念,在讲述实例的过程中将本章的知识点融入,通过分析归纳,介绍解决工程实际问题的思想和方法,然后进行概括总结,使教材内容层次清晰,脉络分明,可读性、可操作性强。同时,引入案例教学和启发式教学方法,便于激发学习兴趣。

(5) 教材在内容编排上,力求由浅入深,循序渐进,举一反三,突出重点,通俗易懂。采用模块化结构,兼顾不同层次的需求,在具体授课时可根据各校的教学计划在内容上适当加以取舍。此外还注重了配套教材的编写,如课程学习辅导、实验指导、综合实训、课程设计指导等,注重多媒体的教学方式以及配套课件的制作。

(6) 大部分教材配有电子教案,以使教材向多元化、多媒体化发展,满足广大教师进行多媒体教学的需要。电子教案用 PowerPoint 制作,教师可根据授课情况任意修改。相关教案的具体情况请到中国水利水电出版社网站 [www. waterpub. com. cn](http://www.waterpub.com.cn) 下载。此外还提供相关教材中所有程序的源代码,方便教师直接切换到系统环境中教学,提高教学效果。

总之,本套规划教材凝聚了众多长期在教学、科研一线工作的教师及科研人员的教学科研经验和智慧,内容新颖,结构完整,概念清晰,深入浅出,通俗易懂,可读性、可操作性和实用性强。本套规划教材适用于应用型高等院校各专业,也可作为本科院校举办的应用技术专业的课程教材,此外还可作为职业技术学院和民办高校、成人教育的教材以及从事工程应用的技术人员的自学参考资料。

我们感谢该套规划教材的各位作者为教材的出版所做出的贡献,也感谢中国水利水电出版社为选题、立项、编审所做出的努力。我们相信,随着我国高等教育的不断发展和高校教学改革的不断深入,具有示范性并适应应用型人才培养的精品课程教材必将进一步促进我国高等院校教学质量的提高。

我们期待广大读者对本套规划教材提出宝贵意见,以便进一步修订,使该套规划教材不断完善。

21 世纪高等院校规划教材编委会
2004 年 8 月

前 言

计算机图形学是近 30 年来发展迅速、应用广泛的新兴学科。它主要研究计算机及其图形设备输入、输出、生成、表示、变换的原理、算法和系统,涉及数学、物理、工程图学、计算机科学等多门学科。本教材主要介绍计算机图形的生成、表示和图形变换的原理、数学方法和算法。

本书从提高广大读者计算机图形学的应用水平出发,深入浅出、循序渐进。内容涵盖了计算机图形学的基础理论和基本算法。全书共 8 章,主要内容包括绪论、图形系统、基本图形生成算法、图形变换、曲线和曲面、几何造型、消隐、真实图形。并有 4 个附录,内容包括图形变换的数学基础、三套模拟试题及参考答案、课程实验指导和课程实验参考解决方案。

本书选题适当,以必需、够用为度,讲清概念、结合实际、强化训练,突出适应性、实用性和针对性,有利于学生学以致用,解决实际工作中遇到的问题,是一本计算机图形学的实用教材。

本书具有教材和技术资料的双重特征,既可以作为高等学校计算机及相近专业教材,也适合作为计算机图形学的培训、自学教材,同时也是从事计算机图形学及相关领域研究的工程技术人员的技术参考资料。建议课堂讲授 48 课时,上机实践 32 课时。各院校可根据教学实际情况适当增删。

本书编写过程中,编者参阅了许多计算机图形学的参考书和有关资料,现谨向这些书的作者和译者表示衷心的感谢。

本书主要由银红霞、杜四春、蔡立军编写。参加本书编写大纲讨论与部分编写工作的有:阳斌、李根强、贾宜、谢月娥、雷衍凤、陈燕、雷飞跃、张晓萍等。李向军、杜炎、李武、张宏宇、李晓杰等做了本书的文字录入和图表制作工作。在此一一表示感谢。

由于作者水平有限,书中的错误和缺点在所难免,欢迎读者批评指正。

编 者

2005 年 1 月于长沙岳麓山

目 录

序

前言

第1章 绪论	(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)
习题一	(5)
第2章 图形系统	(6)
2.1 图形系统的组成	(6)
2.1.1 图形系统的功能	(6)
2.1.2 图形系统的分类	(7)
2.2 图形硬件设备	(8)
2.2.1 图形显示设备	(8)
2.2.2 图形绘制设备	(18)
2.2.3 图形输入设备	(23)
2.3 图形软件系统	(27)
2.3.1 图形软件的层次	(27)
2.3.2 图形软件标准	(28)
2.3.3 OpenGL 简介	(30)
习题二	(36)
第3章 基本图形生成算法	(38)
3.1 生成直线的常用算法	(38)
3.1.1 DDA 画线算法	(39)
3.1.2 中点画线算法	(40)
3.1.3 Bresenham 画线算法	(42)
3.1.4 直线属性	(46)
3.2 生成圆弧的常用算法	(47)
3.2.1 圆的特性	(48)
3.2.2 中点画圆算法	(48)
3.2.3 Bresenham 画圆算法	(50)
3.3 区域填充	(52)
3.3.1 区域的表示和类型	(52)

3.3.2	扫描线多边形填充算法	(54)
3.3.3	边填充算法	(61)
3.3.4	种子填充算法	(63)
3.3.5	圆域的填充	(66)
3.3.6	区域填充属性	(66)
3.4	字符	(66)
3.4.1	字符存储与显示	(67)
3.4.2	字符属性	(69)
3.5	裁剪	(70)
3.5.1	点的裁剪	(71)
3.5.2	直线裁剪	(71)
3.5.3	多边形裁剪	(78)
3.5.4	曲线裁剪	(83)
3.5.5	字符裁剪	(83)
3.5.6	三维图形的裁剪	(84)
3.6	反走样	(85)
3.6.1	光栅图形的走样现象	(85)
3.6.2	常用反走样技术	(86)
习题三		(89)
第4章	图形变换	(90)
4.1	二维图形几何变换	(90)
4.1.1	齐次坐标	(90)
4.1.2	二维图形的基本变换	(91)
4.1.3	复合变换	(97)
4.2	三维图形几何变换	(103)
4.2.1	三维图形的基本变换	(104)
4.2.2	复合变换	(111)
4.3	投影变换	(113)
4.3.1	投影变换的基本概念	(113)
4.3.2	平行投影	(114)
4.3.3	透视投影	(119)
4.4	坐标系统及其变换	(122)
4.4.1	坐标系统	(122)
4.4.2	模型变换	(123)
4.4.3	观察变换	(123)
4.4.4	窗口-视区变换	(126)
习题四		(128)
第5章	曲线和曲面	(130)
5.1	参数表示曲线和曲面的基础知识	(130)

5.1.1	曲线和曲面的表示方法	(130)
5.1.2	位置矢量、切矢量、法矢量、曲率与挠率	(131)
5.1.3	样条表示	(133)
5.2	Hermite 曲线	(134)
5.2.1	n 次参数多项式曲线	(134)
5.2.2	三次 Hermite 曲线的定义	(135)
5.2.3	三次 Hermite 曲线的矩阵表示	(136)
5.2.4	三次 Hermite 曲线的算法	(138)
5.3	Bezier 曲线	(138)
5.3.1	Bezier 曲线的定义	(139)
5.3.2	Bernstein 基函数的性质	(140)
5.3.3	Bezier 曲线的性质	(142)
5.3.4	Bezier 曲线的生成	(144)
5.4	B 样条曲线	(151)
5.4.1	B 样条曲线的定义	(151)
5.4.2	B 样条曲线的表示及性质	(152)
5.4.3	B 样条曲线的生成	(156)
5.5	Coons 曲面	(159)
5.5.1	参数曲面的基本概念	(160)
5.5.2	Coons 曲面的定义	(160)
5.5.3	Coons 曲面的拼合	(161)
5.6	Bezier 曲面	(162)
5.6.1	Bezier 曲面的定义及性质	(162)
5.6.2	Bezier 曲面的生成	(163)
5.7	B 样条曲面	(168)
5.7.1	B 样条曲面的定义	(168)
5.7.2	B 样条曲面的生成	(169)
	习题五	(174)
第 6 章	几何造型	(175)
6.1	简单几何形体	(175)
6.1.1	几何元素的定义	(175)
6.1.2	平面立体的拓扑关系	(176)
6.2	形体的常用模型	(177)
6.2.1	线框模型	(177)
6.2.2	表面模型	(177)
6.2.3	实体模型	(177)
6.3	形体的常用表示方法	(178)
6.3.1	分解表示	(178)
6.3.2	构造表示	(179)

6.3.3 边界表示	(180)
习题六	(184)
第7章 消隐	(185)
7.1 基本概念	(185)
7.1.1 消隐的定义	(185)
7.1.2 消隐的分类	(186)
7.1.3 消隐算法的基本原则	(187)
7.2 画家算法	(188)
7.2.1 算法的基本思想	(188)
7.2.2 深度优先级表的建立	(188)
7.3 Z缓冲区(Z-Buffer)算法	(189)
7.3.1 算法的基本思想	(189)
7.3.2 算法的描述	(190)
7.3.3 算法的改进	(191)
7.4 扫描线Z缓冲区算法	(191)
7.4.1 算法的基本思想	(191)
7.4.2 算法的描述	(192)
7.5 光线追踪算法	(193)
7.5.1 算法的基本思想	(193)
7.5.2 算法的描述	(194)
习题七	(194)
第8章 真实图形	(195)
8.1 光照模型	(195)
8.1.1 基本光学原理	(195)
8.1.2 环境光	(196)
8.1.3 漫反射光	(196)
8.1.4 镜面反射光和冯(Phong)反射模型	(197)
8.2 明暗处理	(198)
8.2.1 双线性光强插值(Gouraud 明暗处理)	(199)
8.2.2 双线性法向插值(Phong 明暗处理)	(200)
8.3 纹理	(201)
8.3.1 概述	(201)
8.3.2 二维纹理域的映射	(202)
8.3.3 三维纹理域的映射	(203)
8.3.4 几何纹理	(204)
8.4 光线跟踪	(204)
8.4.1 基本光线跟踪算法	(205)
8.4.2 光线与物体的求交	(207)
8.4.3 光线跟踪算法的加速	(210)

习题八	(211)
附录	(212)
附录 A 图形变换的数学基础	(212)
一、矢量的定义及运算	(212)
二、矩阵的定义及运算	(213)
三、线性方程组的求解	(215)
附录 B 模拟试题	(215)
模拟试题一	(215)
模拟试题二	(219)
模拟试题三	(222)
模拟试题一参考答案	(225)
模拟试题二参考答案	(228)
模拟试题三参考答案	(231)
附录 C 课程实验指导	(234)
一、课程实验方案	(234)
二、课程实验解决方案	(238)
参考文献	(261)

第1章 绪 论

使用计算机建立、存储、处理某个对象的模型,并根据模型产生该对象图形输出的有关理论、方法与技术,称为“计算机图形学”(Computer Graphics)。计算机图形学是利用计算机研究图形的表示、生成、处理、显示的学科。经过 30 多年的发展,计算机图形学已成为计算机科学中最活跃的分支之一,并得到广泛的应用。本章将从计算机图形学的研究内容、计算机图形学和图像处理的关系、计算机图形学的发展、计算机图形学的应用领域等方面概括性地介绍计算机图形学的有关内容,使读者对计算机图形学有个概括性的了解。

1.1 计算机图形学的研究内容

计算机图形学是计算机科学中一个比较年轻的分支学科,主要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。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 Modeling)。例如各种不同类型几何模型二维、三维的构造方法及性能分析,曲线与曲面的表示与处理,专用或通用模型构造系统的研究等。

(2) 图形生成技术(Image Synthesis)。例如线段、圆弧、字符、区域填充的生成算法,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、命令语言、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(特别是彩色硬拷贝设备)的研究等。

(8) 图形标准与图形软件包的研究开发。例如制订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。

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,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的图形,也可以是完全虚构的物体。因此,计算机图形学是真实物体或虚构物体的图形综合技术,其实质就是输入的信息是数据,经计算机图形系统处理以后,输出的结果便是图形,如图1-1所示。

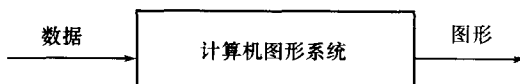


图 1-1 计算机图形学

与此相反,图像处理是景物或图像的分析技术,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。

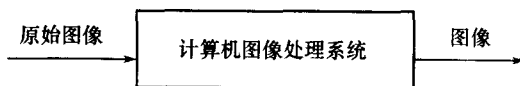


图 1-2 计算机图像处理

从表面上看,计算机图形与计算机图像都与图相关,使人们容易混淆,但实际上有着本质的不同,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式,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,反之一副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。

图1-3简要的表示出计算机图形学和图像处理的区别与联系。

尽管计算机图形学和图像处理所涉及的都是用计算机来处理图形和图像,但长期以来却属于不同的两个技术领域。近年来,由于多媒体、计算机动画、三维空间数据场显示及纹理映射等技术的迅速发展,计算机图形学和图像处理

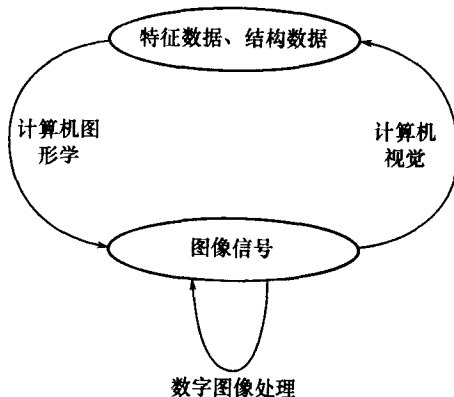


图 1-3 计算机图形学与图像处理

的结合日益紧密,并相互渗透。

1.3 计算机图形学的发展

计算机图形学的应用要追溯到 20 世纪 50 年代初,麻省理工学院(MIT)旋风 1 号(Whirlwind 1)计算机的附件——图形显示器诞生了。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,所以这些为计算机所配置的各种图形输出设备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 Ivan E. Sutherland 发表了一篇题为“Sketchpad: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”(Computer Graphics)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,称孔斯曲面,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期,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。除了在军事和工业上的应用之外,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 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 80 年代,计算机图形学还只是一个较小的学科领域。从 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。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,图形学已广泛应用于动画、科学计算可视化、CAD/CAM、影视娱乐等各个领域。

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,随着改革开放和我国方针政策的落实,科学技术得到发展应用,计算机图形学的理论和技术迅速发展,很快取得了可喜的成果。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

随着计算机图形学不断发展,它的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所示。

1. 计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)

这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,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超大规模集成电路版图根本不可能手工设计和绘制,用计算机图形系统不仅能设计和画图,而且可以在较短的时间内完成,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)

在这个领域中,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,极大地提高教学效果和激发学生的学习兴趣。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。

动画不仅广泛用于电影、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、化学反应、地震破坏等,从而既节省开支,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最多的是绘制各种图形,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,所有这些图形均以简明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。

习 题 一

1. 计算机图形学的研究内容是什么？
2. 计算机图形学与图像处理有何联系？有何区别？
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。

第2章 图形系统

计算机图形学的典型应用是基于某种数学模型和算法,按照计算机图形学的规则,由计算机图形系统平台自动生成虚拟实体的图形或图像,并非已有图形、图像的复制。如何应用计算机图形系统平台自动生成图形、图像是计算机图形学的主要课题。

本章将介绍计算机图形系统的组成,包括主要图形硬件设备和软件系统。图形硬件设备主要包括图形输入设备和输出设备,以光栅扫描显示器、绘图仪、打印机为主,辅助介绍其他常用的图形输入、输出设备。同时将简单介绍图形软件系统的层次结构,以及 GKS、PHIGS 等与计算机图形有关的标准。

2.1 图形系统的组成

计算机图形系统由计算机硬件系统和软件系统两部分组成。

硬件系统包括主计算机、图形显示器、鼠标和键盘等基本交互工具,还有图形输入板、绘图仪、打印机、数字化仪等图形输入输出装置,以及磁带、磁盘等存储设备。软件系统包括操作系统、高级语言、图形软件和应用软件。严格说来,使用系统的人也是这个系统的组成部分。一个非交互式计算机图形系统只是通常的计算机系统外加图形设备,而一个交互式计算机图形系统则是人与计算机系统及图形设备协调运行的系统,整个系统运行时,人始终处于主导地位,如图 2-1 所示。

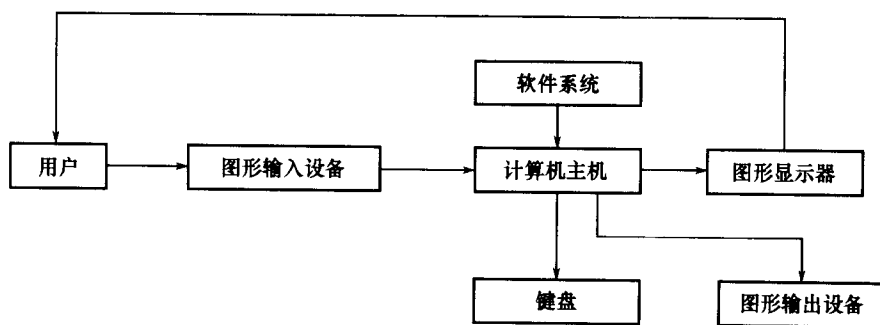


图 2-1 计算机图形系统

2.1.1 图形系统的功能

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、变换、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。