

21 世纪高等院校计算机技术教学丛书 (4)

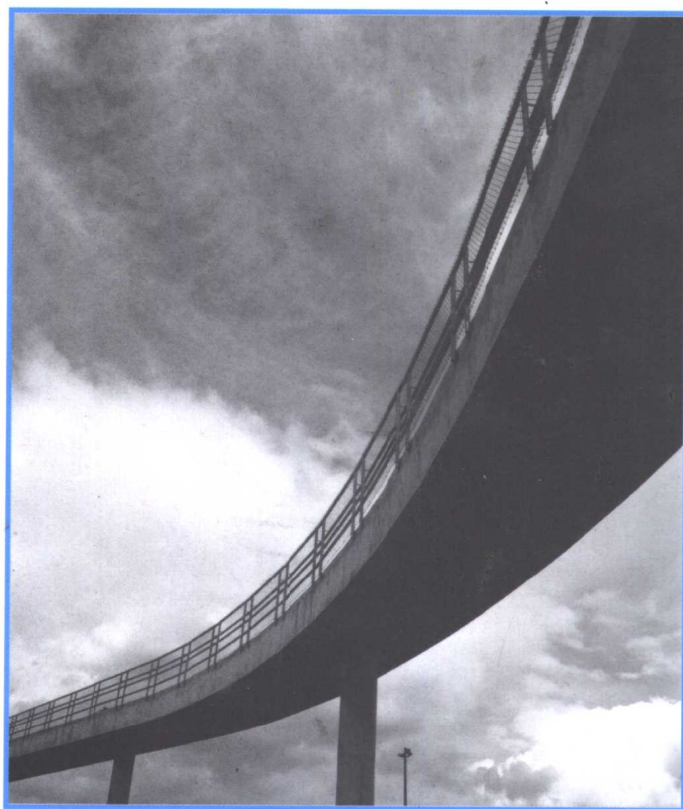
计算机图形图像 技术与应用教程

李云飞 姜晓峰 编著
崔志明 审

突出应用主题

具备理论先进性与后续性

贯彻可行性与熟练技巧培养



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

21 世纪高等院校计算机技术教学丛书 (4)

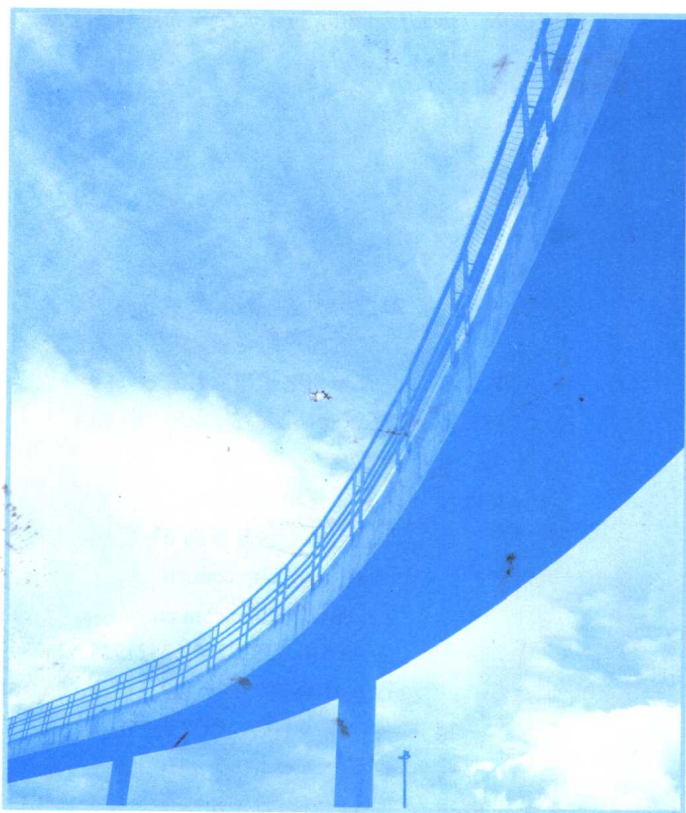
计算机图形图像 技术与应用教程

李云飞 姜晓峰 编著
崔志明 审

突出应用主题

具备理论先进性与后续性

贯彻可行性与熟练技巧培养



北京希望电子出版社
Beijing Hope Electronic Press
www.bhp.com.cn

内 容 简 介

本书是教育部世界银行贷款 21 世纪初高等理工科教育教学改革项目中《以培养创新人才为日的地方院校计算机科学与技术专业教学改革的研究与实践》项目成果之一,是“21 世纪高等院校计算机技术教学”丛书中的一本。

随着计算机的飞速发展与普及,计算机图形图像技术也得到了迅速发展。计算机图形图像技术已在科学、工程、医药、工业、艺术、教育等领域得到了广泛应用,如计算机辅助教学、计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)等。本书着重介绍计算机图形学和图像处理学的技术、方法及应用。主要内容有:计算机图形系统简介;基本图形生成算法;二维观察;图形几何变换;三维形体表示、真实感图形生成技术;图像处理技术;OpenGL 开发简介等。书中内容尽量收录近年来国内外在图形图像领域的最新发展及研究成果。为了配合教学需要,书中每章都附有习题,供课后练习。

本书既可作为高等院校计算机及相关专业专科生、本科生教材,也可作为硕士研究生教材或参考资料,还适应于相关技术人员作为工作参考书。

系 列 书 名 : 21 世纪高等院校计算机技术教学丛书 (4)

书 名 : 计算机图形图像技术与应用教程

总 策 划 : 北京希望电子出版社

文本著作者 : 李云飞 姜晓峰 编著 崔志明 审

责 任 编 辑 : 杨敏

出版、发行者 : 北京希望电子出版社

地 址 : 北京市海淀区知春路 63 号卫星大厦三层 100080

网址: www.bhp.com.cn

E-mail: lxr@bhp.com.cn

电话: 010-62520290,62521724,62528991,62630301,62524940,62521921,82610344 (发行)
010-82675588-202 (门市) 010-82675588-501,82675588-201 (编辑部)

经 销 : 各地新华书店、软件连锁店

排 版 : 希望图书输出中心 杜海燕

文本印刷者 : 北京广益印刷有限公司

开本 / 规格 : 787 毫米×1092 毫米 16 开本 19.25 印张 425 千字

版次 / 印次 : 2002 年 8 月第 1 版 2002 年 8 月第 1 次印刷

印 数 : 0001~5000 册

本 版 号 : ISBN 7-900101-71-3

定 价 : 26.00 元

说明: 凡我社产品如有残缺,可执相关凭证与本社调换。

21 世纪高等院校计算机技术教学丛书

编委会成员名单

顾问委员：（以姓氏笔划为序）

刘 璟 教授 南开大学

何炎祥 教授 武汉大学

施伯乐 教授 复旦大学

钱培德 教授 苏州大学

主任委员：左孝凌 教授 上海交通大学

副主任委员：徐汀荣 教授 苏州大学

委员：（以姓氏笔划为序）

左孝凌 教授 上海交通大学

朱巧明 教授 苏州大学

宋方敏 教授 南京大学

余雪丽 教授 太原理工大学

徐汀荣 教授 苏州大学

陶树平 教授 同济大学

崔志明 教授 苏州大学

曾 明 教授 西安交通大学

谢康林 教授 上海交通大学

序

本丛书是苏州大学主持的高等院校计算机技术教学丛书，其编委会聚集了国内很多院校的专家，编委会为本丛书的组织、审定起到集思广益、推波助澜的作用。

苏州大学建校百年，蜚声海内外，学校治学严谨、理论底蕴深厚，理科各系，久负盛名。近年来学校多次调整院系，全校各系蓬勃发展，尤其是电子信息各科发展迅速。当前信息时代，信息技术的应用已经深入各行各业，而苏州大学更以信息技术的应用作为各个专业的发展之本。

发展信息技术，苏州大学具有以下三个方面的独特优势：

一是苏州大学计算机工程系成立于1987年10月，至今已15年，这正是信息科学突飞猛进的时期。当前计算机技术的应用已经遍及生产、生活各个方面，苏州大学计算机工程系顺时应势，使全系的教学科研迅速崛起。目前系内除有211工程重点建设的计算机应用学科外，还有江苏省重点实验室（计算机信息处理技术实验室）以及纵横汉字信息技术研究所、多媒体应用技术研究等，在国内外极具影响的研究机构。苏州大学计算机工程系现有博士点一个、硕士点两个，这些都显示了该系具有强劲的得天独厚的科研教育环境。

二是苏州大学地处“天堂”苏州，南邻上海，北依南京，近年新加坡和中国在苏州合建工业园区，而世界著名信息公司Motorola也移师毗邻，使苏州成为其主要研发基地。现在苏州已经成为世界信息技术产业中心之一，信息技术产业产值已达一千亿元以上。苏州大学身临其境，近水楼台，耳濡目染，凭借着培养人才的基础以及软件开发的优势，为新加坡工业园区的建设以及Motorola的芯片研发等项目进行了广泛的优势互补的合作。

三是十几年来信息技术一直是苏州大学发展重点，校长钱培德教授是国内著名信息技术学科的学术带头人，强将手下无弱兵。在苏州大学有一批奋发有为、敬业创新在教学科研上崭露头角的中青年教师队伍，他们把长期从事科学研究的经验与信息教学的实践紧密结合起来编写了一套以理论底蕴为基础，面向应用为目标，充分反映当前计算机进展的实用教材。本丛书即是重要组成部分。

本丛书包括现代软件工程、单片机技术、数据库系统及SYBASE技术、计算机组网技术、计算机图形图像技术、Delphi程序设计、Java程序设计、计算机网页设计等。这些教材有的是计算机专业核心教材，有的是电子类相关专业的实用性应用教材。这套丛书的立足点是以计算机教学应用为主体，也能反映当前的发展动向，在理论上具有先进性和后续性，而在教学实践中努力贯彻可行性和熟练技巧培养。为了改革精简教学内容，突出应用主题，我们把网络原理等大课，分解为组网技术和网页设计等不同主题，以便适应有关专业的不同需要。

我们感谢北京希望电子出版社领导对本套丛书的立题、审稿、编辑、出版等做的大量工作。编委会希望广大读者能够指出丛书中的各种疏漏，期望这套丛书能在信息技术日新月异飞速发展的年代起到一点卵石铺路的作用。

高等院校计算机技术教学丛书编委会 左孝凌

2002年8月

前 言

计算机图形学和数字图像处理学是信息技术领域发展最快的学科之一，它们已应用于科学、工程、医药、商业、工业、政府部门、艺术、娱乐业、教育等各行各业。

计算机图形学主要是研究用计算机及其他图像设备来输入、表示、变换、运算和输出图形图像的原理、算法及技术。计算机中的图形和图像一般由基本的几何元素如点、线、面、体等以及明暗、色彩、纹理等非几何属性组成。计算机图像处理学是研究如何从各种形式、各种介质的图像中获取图像数字信息、并将图像数字信息进行存储、传送和处理的一门学科。

本书的第一章简述计算机图形学和数字图像学的发展过程及主要应用领域；第二章简介计算机图形系统；第三章给出了基本图形的扫描转换算法；第四章给出了二维观察流程及线段、多边形、字符的裁剪算法；第五章介绍了基本图形的二维、三维几何变换；第六章介绍了三维物体的表示；第七章介绍了可见面判别的若干算法；第八章介绍了光照模型及生成明暗效果的各种方法；第九章阐述了颜色模型和颜色应用；第十章简介了图像处理方法和技术；第十一章介绍了基于 OpenGL 的图形应用程序的开发方法。

第一章和第二章适合自学，对专科生可讲解第三、第四、第五。对本科生可讲解第三、第四、第五、第十一章、及第六、第七、第八章和第十章的部分内容。在上述所有章节的基础上，书中打“*”的部分章节可供研究生教学使用和参考。

本书的第一章内容由李云飞、姜晓峰共同编写，第二至第九章由李云飞编写，第十章、第十一章由姜晓峰编写。编写过程中得到了朱巧明教授、徐汀荣教授及苏州大学计算机工程系软件及理论研究室全体老师的指导和帮助。陆健、陈节帮助录入部分文稿及绘制部分图例。本书中引用了多位专家、学者的论文和著作，在此表示衷心的感谢。由于作者水平有限，书中难免存在缺点和不足，恳请批评指正。

作 者

2002 年 2 月于苏州大学

目 录

第1章 绪论	1
1.1 计算机图形学的发展及应用	1
1.2 计算机图形学在 CAD/CAM 中的应用	3
1.2.1 CAD/CAM 系统的发展与构成	3
1.2.2 计算机图形学在 CAD/CAM 系统用户界面的应用	4
1.2.3 真实感图形显示技术在 CAD/CAM 系统中的应用	5
1.2.4 计算机图形学在数控加工仿真的应用	5
1.3 数据可视化技术	6
1.3.1 引言	6
1.3.2 体视化技术的特点及其发展过程	6
1.3.3 体视化技术的应用	7
1.3.4 信息可视化技术的发展	10
1.3.5 可视化技术在国内的发展	12
1.4 数字图像处理技术的发展和应	12
习题 1	13
第2章 图形系统综述	14
2.1 视频显示设备	14
2.1.1 刷新式 CRT	14
2.1.2 光栅扫描显示器	15
2.1.3 随机扫描显示器	16
2.1.4 彩色 CRT 显示器	16
2.1.5 平板显示器	17
2.2 光栅扫描系统	18
2.3 随机扫描系统	20
2.4 图形监视器与工作站	20
2.5 输入设备	21
2.5.1 键盘	21
2.5.2 鼠标	21
2.5.3 光笔	21
2.5.4 触摸屏	22
2.5.5 数字化仪	23
2.5.6 图像扫描仪	24
2.5.7 数据手套	25
2.5.8 声音系统	25
2.6 硬拷贝设备	26
习题 2	28
第3章 基本图形生成算法	29
3.1 扫描转换算法	29
3.2 直线的扫描转换	30
3.2.1 逐点比较法	30

3.2.2	中点画线算法	30
3.2.3	DDA 算法	33
3.2.4	Bresenham 画线算法	34
3.2.5	并行画线算法	35
3.3	圆的扫描转换算法	37
3.3.1	圆的特性	37
3.3.2	DDA 画圆算法	38
3.3.3	正负法画圆弧	39
3.3.4	中点画圆算法	40
3.3.5	Bresenham 画圆算法	43
3.4	椭圆弧生成算法	46
3.4.1	椭圆的 DDA 生成算法	46
3.4.2	椭圆的中点生成算法	48
3.5	并行曲线算法	50
3.6	区域填充	50
3.6.1	多边形域的填充	51
3.6.2	区域填充图案	54
3.7	线宽与线型的处理	57
3.7.1	直线线宽的处理	57
3.7.2	圆弧线宽的处理	58
习题 3		59
第 4 章	两维观察	61
4.1	观察流程	61
4.2	观察参考坐标系	62
4.3	窗口到视区的坐标变换	63
4.4	裁剪操作	65
4.5	点的裁剪	65
4.6	线段的裁剪	66
4.6.1	Cohen-Sutherland 线段裁剪算法	66
4.6.2	梁友栋-Barsky 直线裁剪算法	70
4.6.3	Nicholl-Lee- Nicholl 直线裁剪算法	72
4.6.4	非矩形裁剪窗口的线段裁剪	74
4.7	多边形的裁剪	75
4.7.1	Sutherland-Hodgeman	75
4.7.2	Welier-Atherton 算法	80
4.8	曲线的裁剪	81
4.9	文字的裁剪	81
4.10	外部裁剪	82
习题 4		83
第 5 章	图形变换	85
*5.1	图形变换的数学基础	85
5.1.1	矢量运算	85
5.1.2	矩阵运算	85

5.1.3	齐次坐标	88
5.2	二维图形的几何变换	89
5.2.1	基本几何变换	89
5.2.2	基本几何变换的矩阵形式	89
5.2.3	二维的矩阵表示和齐次坐标表示	93
5.2.4	复合变换	94
5.2.5	其他变换	103
5.3	三维几何和建模变换	107
5.3.1	平移	108
5.3.2	旋转	109
5.4	形体的投影变换	116
5.4.1	投影变换分类	116
5.4.2	平行投影	117
5.4.3	透视投影	119
	习题 5	122
第 6 章	三维物体的表示	124
6.1	多边形表面	124
6.1.1	多边形表	125
6.1.2	平面方程	126
6.1.3	多边形网格	128
*6.2	曲线和曲面	128
*6.3	二次曲面	128
6.3.1	球面	129
6.3.2	椭圆面	129
6.3.3	环面	130
6.4	样条表示	130
6.4.1	插值和逼近样条	130
6.4.2	参数连续性条件	131
6.4.3	样条描述	133
6.5	三次样条插值方法	133
6.5.1	自然三次样条	134
6.5.2	Hermite 插值样条	134
6.5.3	Cardinal 样条	136
6.5.4	Kochanek-Bartels 样条	138
6.6	Bezier 曲线和曲面	139
6.6.1	Bezier 曲线	139
6.6.2	Bezier 曲线的特性	140
6.6.3	使用 Bezier 曲线的设计技术	140
6.6.4	三次 Bezier 曲线	141
6.6.5	Bezier 曲面	143
6.7	B-样条曲线和曲面	144
6.7.1	B-样条曲线	144
6.7.2	均匀周期性 B-样条曲线	145

6.7.3	三次周期性 B-样条曲线.....	147
*6.7.4	开放均匀 B-样条曲线.....	149
*6.7.5	非均匀 B-样条曲线.....	151
6.7.6	B-样条曲面	151
*6.8	扫描表示	152
*6.9	结构实体几何法	153
*6.10	八叉树	155
6.11	BSP 树	157
6.12	分形几何方法	157
6.12.1	分形生成过程	158
6.12.2	分形分类	158
6.12.3	分形的维数	159
6.12.4	确定性自相似分形几何构造.....	160
6.12.5	统计自相似分形几何构造.....	162
6.12.6	仿射分形构造方法	164
6.12.7	随机中点位移方法	165
6.12.8	地面图控制	167
6.12.9	自平方分形	168
6.12.10	自逆分形	172
习题 6		173
第 7 章	可见面判别算法	175
7.1	可见面判别算法的分类.....	175
7.2	后向面判别	175
7.3	深度缓冲器算法	176
7.4	A 缓冲器算法	179
7.5	扫描线算法	180
7.6	深度排序算法	182
7.7	BSP 树算法	184
7.8	区域细分算法	184
7.9	八叉树算法	186
7.10	光线投射算法	189
习题 7		190
第 8 章	光照模型与面绘制算法	191
8.1	光源	191
8.2	基本光照模型	193
8.2.1	环境光	193
8.2.2	漫反射	193
8.2.3	镜面反射和 phong 模型.....	195
8.2.4	多光源漫反射和镜面反射的合并.....	198
8.2.5	Warn 模型	198
8.2.6	强度衰减	199
8.2.7	颜色	199
8.2.8	透明度	201

8.2.9	阴影	203
*8.3	光强度显示	203
8.3.1	分配强度等级	203
8.3.2	Gamma 校正与视频查找表	204
8.3.3	显示连续色调的图像	205
*8.4	半色调模式和抖动技术	206
8.4.1	半色调近似	207
8.4.2	抖动技术	209
8.5	多边形表面绘制算法	211
8.5.1	恒定光强度的明暗处理	212
8.5.2	Gouraud 明暗处理	212
8.5.3	Phong 明暗处理	214
8.5.4	快速 Phong 明暗处理	214
8.6	光线跟踪算法	215
8.6.1	基本光线跟踪算法	216
8.6.2	光线与物体表面的求交计算	217
8.6.3	减少物体求交计算量	219
8.6.4	空间分割方法	220
8.6.5	光线跟踪反走样	223
8.6.6	分布式光线跟踪	224
8.7	辐射度光照模型	226
8.7.1	基本辐射度模型	226
8.7.2	逐步求精辐射度方法	229
8.8	环境映射	230
8.9	添加表面细节	231
8.9.1	用多边形模拟表面细节	231
8.9.2	纹理映射	231
8.9.3	过程式纹理映射方法	233
8.9.4	凹凸映射	234
8.9.5	帧映射	235
习题 8		235
第 9 章	颜色模型和颜色应用	237
9.1	光的特性	237
9.2	标准基色和色彩图	239
9.2.1	XYZ 颜色模型	239
9.2.2	CIE 色度图	239
9.3	直观的颜色概念	241
9.4	RGB 颜色模型	241
9.5	YIQ 颜色模型	242
9.6	CMY 颜色模型	243
9.7	HSV 颜色模型	244
9.8	HSV 和 RGB 模型之间的转换	245
9.9	HLS 颜色模型	247

9.10 颜色选择及其应用.....	247
习题 9.....	248
第 10 章 图像处理	249
10.1 图像数据.....	249
10.1.1 图像的表示	249
10.1.2 图像的采样	250
10.1.3 图像的灰度直方图	250
10.1.4 图像的二值化	253
10.2 图像变换.....	253
10.2.1 图像的除噪音处理	254
10.2.2 图像轮廓增强技术	254
10.3 图像解析.....	256
10.3.1 细线化技术	256
10.3.2 轮廓线追踪	257
10.4 图像数据压缩.....	258
10.4.1 概述	258
10.4.2 步长法	259
习题 10	260
第 11 章 OpenGL 图形应用程序开发简介	261
11.1 OpenGL 概述.....	261
11.1.1 什么是 OpenGL	261
11.1.2 OpenGL 的工作顺序.....	261
11.2 OpenGL 的基本语法规则.....	262
11.2.1 OpenGL 的数据类型.....	262
11.2.2 OpenGL 函数命名规则.....	262
11.2.3 OpenGL 的状态机制.....	262
11.2.4 OpenGL 的库函数	263
11.3 在 OpenGL 中使用颜色.....	264
11.3.1 OpenGL 的颜色处理过程和颜色模式.....	264
11.3.2 指定颜色和明暗模式.....	264
11.4 用 OpenGL 设计基本几何体	265
11.4.1 绘图准备和结束	265
11.4.2 绘制 OpenGL 的基本几何元素(几何要素)	266
11.4.3 多边形的绘制属性	267
11.4.4 法矢量	267
11.5 OpenGL 中的图形变换	268
11.5.1 常用的变换函数	270
11.5.2 视图模型变换	270
11.5.3 投影变换	272
11.5.4 视口变换	273
11.6 OpenGL 中的光照处理	274
11.6.1 OpenGL 光照基本概念.....	274
11.6.2 光源的定义	274

11.6.3 光照模式	276
11.6.4 材质属性	277
11.7 VC++ 6.0 中 OpenGL 应用程序开发	278
11.7.1 Win32 控制台方式	278
11.7.2 MFC 方式	284
习题 11	287

第1章

绪 论

人类传递信息的主要媒介是语音和图像。据统计在人类接受的信息中,视觉信息占 60%左右,其次是听觉信息占 20%,其他如味觉、触觉、嗅觉加起来占 20%左右。因此,作为传递信息的主要媒体和手段——图形图像信息是十分重要的。

计算机图形学是近 30 年以来发展迅速,应用广泛的新兴学科。它主要是研究用计算机及其图像设备来输入、表示、变换、运算和输出图形的原理,算法及系统。图形通常是由点、线、面、体等几何元素和灰度、色彩、线型、线宽等非几何属性组成。目前,计算机已经成为快速、方便、廉价地生成图形的强有力的工具。并已应用于各个领域。如科学、工程、医药、商业、工业、政府部门、艺术、娱乐业、教育等。

1.1 计算机图形学的发展及应用

1950 年,第一台图形显示器作为美国麻省理工学院(MIT)旋风 1 号(Whirlwind I)计算机的附件诞生了。该显示器用一个类似于显波器的 CRT 来显示一些简单的图形。1958 年美国 CALCOMP 公司由联机的数字记录仪发展成滚筒式绘图仪。GerBer 公司把数控机床发展成平板式绘图仪。在整个 50 年代,只有电子管计算机,用机器语言编程,主要用于科学计算,为这些计算机配置的图形设备仅具有输出功能。计算机图形学处于准备和酝酿时期,并称之为“被动”式图形学。到 50 年代末期,MIT 的林肯实验室在“旋风”计算机上开发的 SAGE 空中防御系统,第一次使用了具有指挥和控制功能的 CRT 显示器,操作者可以用笔在屏幕上指出被确定的目标。与此同时,类似的技术在设计 and 生产过程中也陆续得到了应用,它预示着交互式计算机图形学的诞生。

1962 年,MIT 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,他在论文中首先使用了计算机图形学“Computer Graphics”这一术语。标志着这新的科学分支进入了一个蓬勃发展的时代。

70 年代是计算机图形学进入实用化阶段。随着许多新的更加完备的图形系统的不断研制,其除了传统的军事上和工业上的应用之外,计算机图形学还进入了教育、科研、事务管理等领域。80 年代计算机图形系统已超过数百万台(套),不仅在工业、管理、艺术领域发挥巨大作用,而且已进入了家庭。进入 90 年代,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,其自身朝着标准化、集成化和智能化的方向发展。使应用领域扩展到多媒体开发、人工智能及专家系统、科学计算的可视化、虚拟现实环境等发面。

目前,计算机图形学的主要应用在如下领域。

(1) 计算机辅助设计(CAD)

CAD 已广泛地应用于建筑、汽车、飞机、轮船、宇航飞船、计算机、纺织品、娱乐等

行业中,现在几乎所有产品(如大楼、汽车、飞机、轮船、宇宙飞船、计算机、家用电器、纺织品等)都使用计算机来设计。使用CAD软件设计产品,极大地降低了设计成本,提高了设计效率。

(2) 图示图形学是另一个主要应用领域

图示图形用来为研究报告、管理报告、消费消息公报和其他类型报中概括总结财政、统计、数学、科学和经济数据。典型的图示图形有条形图、折线图、曲面图、饼图以及给出多个参数之间关系的显示图。

(3) 计算机艺术

计算机图形学方法应用于美术和商用艺术中(如各种图案、花纹、工艺外形设计及传统的油画、中国图画和书法等),美术设计师使用各种计算机方法(包括专用的硬、软件)设计他们的艺术作品。有些作品是传统方法无法实现的。

(4) 娱乐

计算机图形学在这一领域中的应用成效越来越显著。常用于制作动画、音乐录像带、电视电影和游戏,由计算机生成的场景和动画除了降低制作成本外,有时还能设计出实际场景无法得到的效果。

(5) 可视化

科学家、工程师、药剂师、商业分析员和其他一些人常要分析大量的信息或研究特定处理的行为。处理像卫星摄像图片、气象资料等包含有大量数据信息的对象。确定趋势和模式是一个十分低效的过程。但是,如果这些数据被转换成可视形式,则趋势和模式就可立即显现。为科学计算、工程和医药的数据集成过程生成图形表示通常称为科学技术可视化(Scientific Visualization),而用于贸易、工业和其他非科学计算领域的的数据可视化则称为商用可视化(Business Visualization)。

(6) 绘制勘探,测量图形

计算机图形学极广泛地用来绘制地理的、地质的以及其他自然现象的高精度勘探、测量图形。例如地理图、地形图、矿藏分布图、人口分布图、电场及电荷分布图以及各类等值线、等面图。

(7) 过程控制及仿真

各种实时过程,如生产工程控制、火箭的运行等需用图形设计来反映实时过程的工况。如实时曲线、历史曲线、动态流程图、运动轨迹等。另外,计算机图形学还用于计算机仿真:模拟实际场景和某些特殊的过程。

(8) 图形用户接口

现在的软件提供图形用户接口是十分普遍甚至是必要的事。图形用户接口的主要部分是一个允许显示多个窗口区域的窗口管理程序,每个窗口可以获得包括图形和非图形显示在内的不同处理。接口中显示的菜单和图符,能方便和快速地操作和选择参数。图符设计为与对象相像的符号能表示更多的信息量,使使用者更直观更易理解。

(9) 计算机辅助教学

计算机图形学已广泛应用于计算机辅助教学中,使教学过程形象、直观、生动,极大地提高了教学效果。有些方面的培训需要专门设计的系统,如宇航员、飞行员、船长、大型设备操作员、航空控制人员的培训,这些系统除了一般训练外,还能模拟一些突发事件,

提高以上人员对特殊情况的应变和处理能力。

1.2 计算机图形学在 CAD/CAM 中的应用

1.2.1 CAD/CAM 系统的发展与构成

计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM) 技术是当代最杰出的十大工程技术成就之一,它是实现生产自动化、增强企业竞争能力、加速国民经济发展和国防现代化建设的一项关键技术。CAD/CAM 技术推动了几乎一切领域的设计革命,这一技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一,也是有关工业部门和企业竞争中不可缺少的手段。

CAD/CAM 技术的发展已有三十多年的历史,三十多年来,国外工业发达国家的 CAD/CAM 技术不断创新、完善,逐步发展成一个从研究开发、生产制造到推广销售和售服务的完整的高技术产业。在技术上,几何设计从二维绘图、三维线架、曲面造型、实体造型发展到参数特征造型;数控加工算法则朝着以提高切削效率为前提的、基于多种几何模型并能进行粗、精加工刀具轨迹优化生成的方向发展;工程分析也从最初的数值计算,发展到动态模拟仿真及各种信息的可视化。CAD/CAM 系统软件产品也从单一的二维绘图软件、几何造型软件、工程分析软件、数控编程软件发展成为集上述功能于一体的集成化系统,如市场上已有的 UGII、Pro/Engineer、CADDs、CATIA、Euclid、I-DEAS、CADAM 等,并在同一几何模型支持下,实现二维绘图、三维造型、数控加工编程、工程分析模型的相关性。开发平台也在从通用的机械 CAD/CAM 平台,朝着能集成专业应用软件的开放式平台方向发展。目前正在研制支持并行工程、基于参数化特征造型的集成化 CAD/CAM 系统。

CAD/CAM 集成系统一般由以下三个层次构成,见图 1-1 所示:

应用层	应 用 软 件												
支撑层	二 微 绘 图	三 微 绘 图	曲 面 造 型	实 体 造 型	参 数 化 特 征 造 型	真 实 感 图 形 显 示	有 限 元 前 后 处 理	运 动 机 构 设 计	几 何 特 性 计 算	数 控 加 工 编 程	工 艺 过 程 设 计	装 配 设 计	运 动 过 程 仿 真
基础层	计算机		操作系统		编程语言		图形软件		数据库		开发工具		

图 1-1 CAD/CAM 系统的构成

(1) 应用层。即专业应用软件,其内容随专业应用领域的不同而不同,如飞机设计系统中包括总体方案设计、重量计算、空气动力计算、载荷分析、结构设计、应力计算、动力颤振分析、疲劳计算、起落架设计、飞控设计、电子电气系统设计、机构设计、可靠性设计、救生系统设计、隐身设计、动态仿真等。这类软件由于与应用对象密切相关,因此

必须由各行业或企业自行开发,成为各个行业或企业的专用软件。

(2) 支撑层。即通用 CAD 支持软件,目前市场上供应的各种商品化 CAD/CAM 系统均属于这类,如 UGII、Pro/Engineer、CADDs、CATIA、Euclid、I-DEAS、CADAM、AutoCAD 等。一个功能完整的面向机械产品的通用支撑软件,其内容一般应包括二维绘图、三维线框、曲面造型、实体造型、测量造型、特征设计、真实感图形显示,有限元前后置处理,机构运动分析,几何特性计算,数控加工编程,工艺过程设计,钣金件展开和排样,装配干涉检查,过程仿真,工程数据管理和技术文件签发等。这类软件由相应的软件开发公司开发和供应,也是目前 CAD/CAM 软件产业的主产品。

(3) 基础层。即计算机硬件和系统软件,它是上述两种软件的开发和运行环境。如各类计算机,UNIX 操作系统,PHIGS 和 GL 图形软件,X-Window 和 Window/NT 窗口系统,Motif 图形界面开发工具,TCP/IP 网络协议。在这类环境下开发的软件具有可移植性好,便于在各种机型的计算机环境下运行;用户界面统一,便于使用人员掌握和适应;开放性好,易与其他软件集成和二次开发等优点。

CAD/CAM 技术未来的发展趋势是建立在开放式、分布式网络上的,支持并行工程、电子审批和无纸化设计与制造的集成化系统,具体表现在:

(1) 支持并行工程的 CAD/CAM 系统,直接面向产品全生命周期的数据模型,协调产品的整个开发过程。

(2) 国外 CAD/CAM 技术在朝着支持逆向工程方向发展,使得 CAD/CAM 系统可完成根据实物测得的数据建立几何模型并能对原有设计再作改进,而后进行加工,实现测量、设计、造型、加工、再测量的全封闭产品设计制造过程。

(3) 面向制造现场的 CAD/CAM/CNC 一体化。随着微机平台性能的提高,在微机平台上开发新一代 CNC 系统已成为热点,从而使得在 PC 平台上实现 CAD/CAM/CNC 集成化成为可能,以彻底解决现场造型、编程、修改和加工的问题。

(4) 建立在开放式、分布式客户服务器网络环境下,实现异种网络通讯的 CAD/CAM 集成系统是 90 年代 CAD 技术的发展趋势。

(5) 支持“虚拟设计”与“虚拟制造”的 CAD/CAM 集成系统,使企业可在计算机上实现产品设计制造的全过程。一旦市场需求兴旺,可完成整个产品的工程设计、工程图纸、全套技术文档,从而实现“虚拟企业”的管理模式。

1.2.2 计算机图形学在 CAD/CAM 系统用户界面的应用

用户界面是整个软件系统的脸谱,又是用户和系统应用程序之间的桥梁。它是用户控制系统运行的有效手段。它的好坏很大程度上影响整个系统的质量。在计算机应用的初期,人们注重的是应用程序的质量和效率。早期的计算机主要是用于科学计算,提高计算效率,随着计算机硬件的普及和计算机技术水平及应用水平的提高,计算机不仅仅是科学研究的计算工具,它已在各个领域都得到了广泛的应用,这时人们已开始注意到用户界面的重要性,特别是随着计算机图形学技术的不断发展,人机对话方式日益增多,对话形式日趋复杂,用户界面日益成为一个突出的问题。如今用户界面及其技术已成为世界各国软件工作者重点研究的关键技术。

CAD/CAM 系统一般功能繁杂,规模较大,如何让用户能方便自然的使用,是系统设