

高等学校计算机系列丛书

计算机图形技术 基础

李陶深 主编



重庆大学出版社

计算机图形技术基础

李陶深 主编

重庆大学出版社

内容简介

本书为计算机系列教材之一。全书内容包括:绪论、交互技术与用户界面、基本图形元素的生成、二维图形变换、图形处理技术和图形信息管理、三维几何造型及图形变换、AutoCAD 绘图软件、计算机动画技术共八章。每章末附有习题。

本书可作为计算机专业专科教材,也可供相关专业作教材或参考书。

JS309/32

计算机图形技术基础

李陶深 主编

责任编辑 曾令维

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆通信学院印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:11.75 字数:293 千

1997年6月第1版 1997年6月第1次印刷

印数:1—6000

ISBN 7-5624-1344-4/TP·122 定价:13.00元

序

面对知识爆炸,社会学家们几乎都开出了一个相同的药方:计算机。计算机也深孚众望,以其强大的功能,对人类作出了巨大的贡献,取得了叹观止矣的成就。自它1946年2月14日在美国费城诞生以来,至今已过“知天命”的年龄了。现在,计算机已是一个庞大的家族。如果说,它的成员占据了世界的每一个角落和每一个部门也并不过分,甚至找不到这样一个文明人,他的生活不直接或间接与计算机有关。目前,全世界计算机的总量已达数亿台,而且,现在正以每年几千万台的速度增长。

作为计算机在信息传递方面的应用,计算机加上网络,被认为是和能源、交通同等重要的基础设施。这种设施对信息的传递起着异常重要的作用。西方发达国家和我们国家对此都非常重视。例如,美国的信息高速公路计划,全球通讯的“铍”计划,我国也开始实行一系列“金”字头的国民经济管理信息化计划。这些计划中唱主角的设备便是计算机。计算机在各个方面的应用不胜枚举,我们每个人都自觉不自觉地处于计算机包围中。

计算机对社会生产来说是一个产业大户,对每个现代人来说是一种工具,对学生们来说,它是一个庞大的知识系统。面对计算机知识的膨胀,面对计算机及其应用产业的膨胀,计算机各个层次的从业人员的需要也在不断膨胀,计算机知识的教育也遍及从小学生到研究生的各个层次。

为了适应计算机教学的需要,重庆大学出版社近几年出版了大量的计算机教学用书,这一套教材就是一套适应专科层次的系列教材。我们将会看到,这一套教材以系列、配套、适用对路,便于教师和学生选用。如果再仔细研究一下,将会发现它的一系列编写特色:

1. 这些书的作者们是一些长期从事计算机教学和科研的教师,不少作者在以前都有大量计算机方面的著作出版。例如本系列书中的《Visual Fox Pro 中文版教程》的作者,十年前回国后最早将狐狸软件介绍到祖国大陆,这一本书已是他的第八本著作了。坚实的作者基础,是这套书成功的最根本的保证。

2. 计算机科学是发展速度惊人的科学,内容的先进性、新颖性、科学性是衡量计算机图书质量的重要标准,这一套书的作者们在这方面花了极大的功夫,力求让读者既掌握计算机的基础知识,又让读者了解最新的计算机信息。

3. 在内容的深度和知识结构上,从专科学生的培养目标出发,在理论上,从实际出发,满足本课程及后续课程的需要,而不刻意追求理论的深度。在知识结构上,考虑到全书结构的整体优化,而不过分强调单本书的系统性。这样,在学过这一套系列教材后,学生们就可在浩瀚的计算机知识中,建立起清晰的轮廓,就会知道这些知识的前因后果,就会了解这些知识的前接后续。使学生们能在今后的工作实践中得心应手。

4. 计算机是实践性很强的课程,仅靠坐而论道是学习不了这些知识的。所以从课程整体设置来讲,包括有最基本的操作技能的教材。对单本书来说,在技术基础课和专业课中,都安排有一定的上机实习或实验,这样可使学生既具备一定的理论知识以利今后发展和深造,又掌握实际的工作技能胜任今后的实际工作。

编写一套系列教材,这是一个巨大的工程。这一套书的作者们,重庆大学出版社的领导和编辑们,都为此付出了辛勤的劳动。作为计算机工作者,以此序赞赏他们的耕耘,弘扬他们的成绩。

周明凡

1997年6月15日

前 言

随着计算机技术的发展,社会经济以及个人之间的关联方式发生了新的变化。在计算机诸多应用领域中,人们对计算机图形技术并不感到陌生。计算机生成的线画图形在机械、建筑、汽车、造船等部门的计算机辅助设计过程中,早已司空见惯。采用计算机动画技术制作的科幻电影、影视特技、广告、美术图案作为一种新艺术形式为越来越多的人所接受。计算机图形技术甚至已深入到办公自动化、电子游戏娱乐等日常工作生活领域中。目前,计算机图形技术已成为许多行业中的一种实用技术,广泛应用于电子、机械、土木工程、航空航天、造船、汽车、教育、医学等领域,并交叉渗透到各个应用学科。

进入 90 年代,计算机图形学朝着可视化、虚拟现实、多媒体等方向发展。科学计算可视化是采用计算机图形技术把所要计算的数据和过程形象地表示出来,这有助于科技人员化抽象思维为形象思维,及时地发现和纠正存在的问题,以加快科学研究的进程。虚拟现实技术则使用户置身于一个由计算机构造的三维环境中,凭其视觉、听觉、触觉等感官去感知和研究客观世界的变化规律。虚拟现实技术的应用将在人们探讨宏观世界、微观世界以及因种种原因不便直接观察的事物的运动变化规律时提供极大的便利。图形技术与网络技术、多媒体技术的结合,也将推动和促进计算机图形技术的应用与研究。可以相信,随着计算机应用水平的提高,计算机图形技术将在国民经济和人们日常的工作、生活、学习中发挥更大的作用。

作为一门比较年轻的学科,计算机图形学汇集了计算机科学、线性代数、计算几何、制图学、美学、视觉心理学、光学、电子学等多门学科之精华,是一个持续飞速发展、丰富多彩的领域,成为当代高技术的基础学科之一。它不仅在理论上,而且在实践中已显示了人力远不能及的强大威力和广阔的发展前景,并正在向更成熟、更完美的阶段发展。

本书本着理论与实践相结合原则,以基本概念、算法原理、实现技术作为主线,针对专科教学和自学的需要,突出实用性,深入浅出地介绍有关计算机图形学的基本原理、典型算法、编程技巧以及各种实用技术。主要内容包括计算机图形技术概论;交互技术和用户界面设计;基本图形生成算法;二维、三维图形变换技术;图形裁剪;图形信息管理;AutoCAD 绘图系统;动画技术基础。书中的一些典型算法均以微机平台为基础,用 Turbo C 语言作为编程工具来实现。每一章都附有一定数量的习题,供学生复习和上机实验。学生通过系统学习,并辅以一定的编程和上机实践,可掌握计算机图形技术的基本原理和实用技术。

本书建议教学学时数为 40~48 学时,另外安排 20 学时上机练习。

本书由李陶深任主编。书中的第一、三、四、五章由李陶深编写,第二、七章由傅建编写,第六、八章由袁慧编写,廖义琴编写了第三、四章的部分初稿。

本书由重庆大学何玉林教授主审。他在百忙之中挤出时间对书稿作了全面、仔细的审查,提出了指导性的修改意见。在此特向他表示衷心感谢。

由于编者的水平有限,书中难免有错误或不妥之处,欢迎读者不吝赐教。

编 者

1997 年 3 月 1 日

目 录

第一章 绪论	1
1.1 计算机图形学与图形技术的发展	1
1.1.1 图形信息的特点	1
1.1.2 计算机图形学	2
1.1.3 计算机图形学的研究内容	4
1.1.4 计算机图形技术的发展	4
1.2 计算机图形技术的应用	5
1.3 计算机图形系统	6
1.3.1 计算机图形系统的功能及组成	7
1.3.2 图形系统的硬、软件平台	8
1.3.3 图形显示设备	9
1.3.4 图形输入设备	15
1.3.5 图形绘制设备	15
习 题	16
第二章 交互技术与用户界面	17
2.1 交互设备	17
2.2 交互技术	18
2.2.1 基本输入控制方式	18
2.2.2 常用交互技术	20
2.3 用户界面设计	26
2.3.1 用户界面的风格	26
2.3.2 用户界面的常见工作方式	28
2.3.3 用户界面设计	29
习 题	32
第三章 基本图形元素的生成	33
3.1 常用坐标系和基本图形绘制要求	33
3.1.1 计算机图形学中常用的坐标系	33
3.1.2 二维图形生成的基本要求	34
3.2 直线生成算法	35
3.2.1 直线绘制的要求	35
3.2.2 数值微分法	35
3.2.3 中点画线法	36
3.2.4 Bresenham 画线法	38
3.3 圆的生成算法	39

3.3.1 中点画圆法	39
3.3.2 Bresenham 画圆法	41
3.4 区域填充	42
3.4.1 多边形区域的填充	43
3.4.2 边填充算法	46
3.4.3 种子填充算法	47
3.5 字符	49
3.5.1 点阵字符	50
3.5.2 矢量字符	53
3.5.3 字符输出	54
习题	60
第四章 二维图形变换	61
4.1 图形变换的数学基础	61
4.1.1 向量	61
4.1.2 矩阵	62
4.2 图形的几何变换与齐次坐标技术	64
4.2.1 图形的几何变换	64
4.2.2 齐次坐标的概念和几何意义	65
4.3 二维图形的几何变换	66
4.3.1 比例变换(Scaling)	66
4.3.2 平移变换(Translation)	67
4.3.3 旋转变换(Rotation)	67
4.3.4 错切变换(Shearing)	68
4.3.5 反射变换(Reflection)	68
4.3.6 组合变换	69
4.3.7 直线和平面图形的变换	71
4.4 窗口视图变换	71
4.4.1 窗口区与视图区	72
4.4.2 窗口区与视图区之间的变换	72
4.4.3 窗口区与视图区的关系	74
4.5 二维图形变换的编程实现	74
习 题	78
第五章 图形处理技术和图形信息管理	80
5.1 图形的裁剪	80
5.1.1 直线段的裁剪	80
5.1.2 多边形裁剪	83
5.1.3 字符裁剪	84
5.2 图形的反走样技术	84
5.2.1 区域法	85

5.2.2 半色调法	85
5.2.3 颤抖法	86
5.2.4 其它方法	87
5.3 图段与图层处理	87
5.3.1 图段的概念及处理	87
5.3.2 图层的概念及处理	90
5.4 图形数据管理	91
5.4.1 图形数据的表示及数据结构	91
5.4.2 图形数据的管理	94
5.4.3 图形数据库	95
习 题	96
第六章 三维几何造型及图形变换	98
6.1 三维坐标系	98
6.2 三维几何造型	99
6.2.1 形体的几何表示方法	99
6.2.2 形体的输入	101
6.2.3 形体的内部表示	102
6.2.4 结构的立体几何表示模式(CSG)	107
6.2.5 边界表示法(B-Rep)	108
6.3 三维几何变换	108
6.3.1 三维平移变换	109
6.3.2 三维比例变换	109
6.3.3 三维旋转变换	110
6.3.4 三维反射变换	110
6.3.5 三维错切变换	112
6.3.6 三维组合变换	113
6.4 三维形体的投影变换	116
6.4.1 平行投影	117
6.4.2 透视投影	120
习 题	121
第七章 AutoCAD 绘图软件	122
7.1 概 述	122
7.1.1 AutoCAD 绘图软件的基本功能	122
7.1.2 AutoCAD 基础知识	124
7.1.3 AutoCAD 的运行环境	125
7.1.4 AutoCAD 的启动与退出	126
7.2 AutoCAD 入门	126
7.2.1 建立新图(NEW)	126
7.2.2 编辑旧图(OPEN)	126

7.2.3	保存当前图形(SAVE 或者 SA)	126
7.2.4	结束绘图工作(END、QUIT)	126
7.2.5	联机帮助(HELP 或者 ?)	127
7.2.6	访问 DOS(SHELL 或者 SH)	127
7.2.7	常用功能键	127
7.3	二维绘图	128
7.3.1	点(POINT 或者 PT)	128
7.3.2	直线(LINE 或者 L)	128
7.3.3	圆(CIRCLE 或者 C)	129
7.3.4	弧(ARC 或者 A)	129
7.3.5	折线或多义线(PLINE 或者 PL)	130
7.3.6	文字输入	130
7.3.7	阴影线填充(HATCH 或者 H)	132
7.4	图形编辑	133
7.4.1	目标选择	133
7.4.2	删除(ERASE 或者 E)	134
7.4.3	缩放(SCALE 或者 SC)	134
7.4.4	平移(MOVE 或者 M)	134
7.4.5	旋转(ROTATE 或者 R)	135
7.4.6	切断(BREAK 或者 BR)	135
7.4.7	修剪(TRIM 或者 TR)	136
7.4.8	延伸(EXTEND 或者 EX)	136
7.4.9	复制(COPY 或者 CP)	136
7.4.10	镜像(MIRROR 或者 MI)	137
7.4.11	偏移(OFFSET 或者 OF)	137
7.4.12	阵列(ARRAY 或者 AR)	138
7.4.13	圆角(FILLET)	139
7.4.14	倒角(CHAMFER)	139
7.4.14	编辑多义线(PEDIT 或者 PE)	139
7.5	显示控制	140
7.5.1	缩放视图(ZOOM 或者 Z)	140
7.5.2	移动视图(PAN 或者 P)	140
7.5.3	刷新绘图区显示信息(REDRAW)	141
7.6	图层与图块	141
7.6.1	AutoCAD 中的图层与图块	141
7.6.2	图层控制(LAYER 或者 LA)	142
7.6.3	定义图块	143
7.6.4	插入图块(INSERT 或者 IN)	143
7.7	尺寸标注	144
7.7.1	系统变量的设置	144
7.7.2	进入和退出尺寸标注环境	145
7.7.3	线性(Linear)尺寸标注	145

7.7.4 径向(Radial)尺寸标注	146
7.7.5 基准尺寸(BASeline)和连续尺寸(CONtinue)标注	147
7.7.6 角度标注(ANGular)	147
7.8 三维造型	148
7.8.1 用户坐标系(UCS)	148
7.8.2 三维实体的生成	149
7.8.3 三维图形编辑	151
7.8.4 三维显示控制	151
7.8.5 AME 简介	153
习 题	154
第八章 计算机动画技术	155
8.1 计算机动画的应用	155
8.2 二维动画技术	157
8.2.1 人工制作动画片的基本过程	158
8.2.2 计算机在二维动画中的作用	159
8.3 三维动画技术	161
8.3.1 三维动画制作的过程	162
8.3.2 三维动画中的运动控制	163
8.4 逐帧动画与实时动画	164
8.4.1 逐帧动画技术	164
8.4.2 实时动画技术	165
习 题	166
附录 Turbo C 的图形函数库	167

第一章 绪论

1.1 计算机图形学与图形技术的发展

当今社会,信息量越来越大,现代科学技术和人类生活一刻也离不开信息。信息从表现形式可分为文字信息、图形图像信息、声音信息。在一些开发成功的超文本系统、多媒体系统中,图、文、声并茂的信息使人一目了然,如临其境,图形图像在其中起着重要的作用。

绘图是人们表达观点的一种主要方法,图形学则是提供形象地传播复杂思想和概念的手段,而计算机图形学则是建立图形的一种强有力的工具。

1.1.1 图形信息的特点

人们对图形的识别有先天的感知,不同国籍或不同民族的人们可以绕过语言障碍,通过生动形象的图形画面来联络他们的感情,表达他们的思想,“一幅图胜似千言万语”。据医学研究表明,图形和图像已成为人类最容易接收的信息,也是人类由外界获得信息的主要来源。例如,人们可以从一大堆用直方图表示的数据中一眼就看出最大值和最小值,而直接从数据中查找则是很难做到的。由于图形表示方法的浅显易懂、简单明了,能大大提高办事效率,因而成为了管理人员和科技人员的好帮手。

(1) 计算机图形

图形是一种形象化了的语言和文字,它几乎渗透到生活中的各个领域。从每一本书、杂志和报纸中的广告标识符、各类文件、说明书等,人们都可以通过形象地画图,表达或说明一些难以用其它方法表达的东西。

在漫长的岁月里,人们一直使用丁字尺、三角板、圆规、铅笔、图板等简单工具,用手工操作来画图。这不仅工序复杂、精度低,而且绘制周期长、效率低。随着社会的发展,人们用于绘图的工具越来越多,且越来越精密。今天,计算机作为最强有力的作图工具,使人们很容易地直接绘出各种图形,这些图形包括表达复杂的科学数据的可视图形,也有日常的商业直方图。实际上,计算机绘图与使用其它绘图工具(如笔和纸)绘图的原理是相同的。

图形的概念在计算机图形学中是一个广义的概念,它既包括了描述图形,又包括了自然图形。早期图形的概念只是指描述图形,它包括了各种几何图形,由函数式、代数方程和表达式所描述的图形,这也是目前人们通常所说的图形。目前,计算机图形处理的范围远远超过了用数学方法描述的图形,它已从纯粹的“图”的概念进入了动态“形”的深度。从广义的角度,图形除了具有描述图形的含义以外,还包括了自然图形,即图景、图片、图案、图像以及形体实体。这些自然图形分别来自扫描仪、摄像机等各种输入设备。

(2) 图形数据的特点

图形数据通常是由几何信息和非几何信息组成,前者主要指点、线、圆、弧、面、体等,后者

指的是颜色、灰度、亮度、线型、线宽等。图形数据作为一种重要的信息类型,它不同于其它数据类型,它侧重于图形的生成、组合、变化等方面。图形数据具有如下特点:

- 1) 图形数据量大,如一幅工程设计图纸所涉及的数据量是相当可观的。
- 2) 图形数据复杂,尤其是其属性和属性值要比传统的数据复杂得多,一般不能用简单的数据类型来表示。
- 3) 图形操作特殊,实时性强,以使连续变化的图形信息能更实时地反映现实的变化。
- 4) 不定长性。由于表示各种图形的结构是不同的,如直线可用点对(起点和终点)坐标表示,而多边形则要用多个顶点对坐标表示,等等。因此表达不同图形的结构是不定长的。
- 5) 层次性。如工程设计中的分层设计要求相应的图形也具有层次的结构。
- 6) 多媒体性。随着多媒体技术的应用,图形将图像、声音等多种媒介结合起来使用。

(3) 图形表示法

在计算机中表示图形的常用表示法有两种:

1) 点阵法:利用点阵的颜色或者灰度来表示图形,例如,一幅二维灰度图形可用矩阵 (x_i, y_j, g_k) ($i=1,2,\dots,M; j=1,2,\dots,N; k=1,2,\dots,L$)表示。其中 (x_i, y_j) 表示图形所占点阵的位置, g_k 表示 (x_i, y_j) 该点像素的灰度等级,一般 $L \leq 256$,即 256 种。具有灰度和色彩的点阵图形实际上就是图像。

2) 参数法:通过记录图形数据的形状参数和属性参数等来表示图形。对于描述图形的方程系数、线段的起点和终点坐标、图形的灰度、色彩、线型等都可以采用某种转换算法,把图形的参数表示转换成点阵表示。

1.1.2 计算机图形学

(1) 计算机图形学

计算机图形学是什么? 1982 年国际标准组织(ISO) 数据词汇处理小组给出的定义是:研究利用计算机进行数据与图形之间互相转换的方法和技术。可以具体地说,计算机图形学是研究如何从计算机模型出发,利用计算机来处理图形的原理、方法和技术的一门学科,其中图形的处理包括图形生成、图形信息的描述、图形存储、图形交换、图形绘制、图形输出、图形检索、图形运算(如图形的并、交、差运算)等。计算机处理图形是计算机应用史上的一次重大变革,也是多种媒体信息处理中以视觉为主的处理技术的重大突破。

实际上,计算机图形学是伴随着计算机及其它外围设备的发展而产生并发展起来的。计算机图形学的初期主要是用来解决计算机处理几何图形、几何数据和数学方程等图形问题,以便进行计算机辅助工程制图和计算机自动绘图等问题。经过 30 多年的发展,它已迅速成长成为一门新兴的独立学科,它综合了计算机几何、图形显示、图像处理、图形图像输入输出设备等方面的知识和技术,成为当代高技术的基础学科之一。

(2) 计算机生成图形的过程

计算机图形技术是把真实的或想像的物体画面的描述信息生成相应的图形,并根据不同的应用对图形进行各种处理、分析,最后得到满意的图形输出。

一般而言,计算机生成图形的过程如图 1.1 所示。图形系统将按照用户输入的图形信息(几何信息和非几何信息)和显示要求产生图形。在图形产生后,又不断根据用户新的输入或要求,更新屏幕上的画面,生成新的图形。这是一个交互式的图形显示方式。

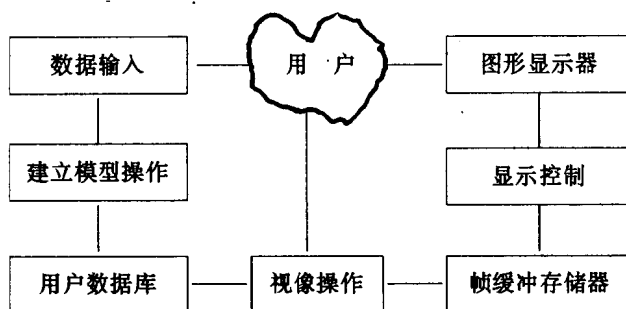


图 1.1 计算机生成图形的过程

(3) 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来。它所研究的是图形的计算机生成算法和基本操作。计算机图形所设计和构造的图形可以是现实世界中存在的物体的图形,也可以是根本不存在的物体。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。

图像处理是景物或图像的分析技术,正好是计算机图形学的逆过程。它研究如何从摄像机或扫描仪等设备输入的图像中提取二维或三维物体的模型,继而再现图像。其研究重点在于将图像信息数字化处理并输入到计算机,然后对图像进行存储、压缩、增强、复原、分割、重建、编码、传输等技术处理,最后使处理后的图像能够在计算机屏幕重新显示出来。

表 1.1 简要说明了计算机图形学和图形处理的各自特点与区别。

表 1.1 计算机图形学与图像处理的特点与区别

	计算机图形学	图像处理
数据来源	多来源于主观世界,人为地由计算机产生,由数据描述而产生图形	多来源于客观世界,来自对实物的拍摄、检取,由图形再到图形的生成
处理方法	图形处理技术包括:几何变换、拟合图形操作,图形模型产生,图形处理隐藏线、面的消除,浓淡处理,色彩纹理处理,图案生成等	图像处理技术包括:图形几何修正,图像采集、存储、编码、滤波、增强压缩、复原、重建、图形理解识别等
理论基础	多利用数学矩阵代数、计算几何、分形几何等	多利用二维数字信号滤波,各种信号正交变换等
应用范围	多应用于 CAD/CAM/CAE/CAI 等领域,以及计算机艺术、计算机模拟、计算机动画、多媒体系统应用等	多应用于多媒体系统、医学、遥感遥控、工业控制、监控系统、天天气象军事侦察等

虽然计算机图形学和图像处理目前仍然是两个相对独立的学科分支,但它们的重叠之处越来越多。例如,它们都是用计算机进行点、面处理,都使用光栅显示器等。在图像处理中,需要用计算机图形学中的交互技术和手段输入图形、图像和控制相应的过程。在计算机图形学中,也经常采用图像处理操作来帮助合成模型的图像。图形和图像处理算法的结合是促进计算机图形学和图像处理技术发展的重要趋势之一。

1.1.3 计算机图形学的研究内容

计算机图形学涉及计算机科学、线性代数、计算几何、制图学、美学、视觉心理学、光学等多门学科,它既包含自己的理论体系,又有很强的实践性。计算机图形学的研究涉及图形硬件设备、图形专用算法、图形软件系统等方面。具体说来,主要有如下一些研究内容:

(1) 基于图形设备的基本图形元素的生成算法和表现技术。它包括各种基本图形元素(如线段、表面、圆弧、多边形等)的生成算法;区域填充算法;规则和不规则曲线、曲面的生成算法;物体的投影、隐藏线(面)的消除、浓淡处理以及图形的灰度与色彩控制等。

(2) 图形操作与处理技术。它包括基本图形元素的几何变换,如平移、变比、放大、缩小、旋转等变换处理;图形的创建、删除、移动、复制等图形编辑;图形的开窗、剪裁、取景、分割、压缩、图段处理等图形处理;图形的拓扑布局以及各种方法的硬、软件实现技术。

(3) 图形输出设备与输出技术。包括图形显示器体系结构、图形硬拷贝技术等研究。

(4) 图形输入设备与输入技术。重点在于硬件输入设备、交互技术以及用户接口的研究。

(5) 图形系统与支持部件。重点是借助 VLSI 和 ULSI 技术,研究快速处理硬件和图形支持辅助部件。如图形显示控制器、位片器、数字信号处理器、动画处理器、视频处理器等,以及图形加速板、图形缓冲板、高分辨率图形转换板等。

(6) 图形信息的描述和表示。主要研究图形信息的数据结构、存储方法、检索技术,这里包括了图形信息的各种机内表示方法,图形信息的编码、压缩、传输、交换,以及组织形式、存取技术的研究。另外,由于 CAD 技术的发展,要求设计和开发图形数据库管理系统。

(7) 几何模型的构造技术。重点研究各种不同类型的几何模型的构造方法及其性能分析,同时,根据应用情况和要求,研制专用或通用的模型构造系统。

(8) 三维图形的实时显示和真实感,对自然景象的真实模拟以及图形的并行控制。

(9) 动画技术。包括高速度动画的各种硬软件方法及处理技术、动态图形仿真技术等。

(10) 虚拟现实环境的生成及其控制算法等。

1.1.4 计算机图形技术的发展

计算机图形技术的发展历史应追溯到 50 年代末至 60 年代初期。当时的计算机主要用于科学计算,与之配套的图形设备也只有输出功能。1962 年美国麻省理工学院林肯实验室的 I. E. 萨瑟兰德发表了“Sketchpad:一个人机通讯的图形系统”的博士论文,首次提出了计算机图形学、交互技术、分层存储符号的数据结构等新思想,其中的基本概念和技术直至今日还是有用的。萨瑟兰德的 Sketchpad 系统被认为是为计算机图形技术的形成奠定了理论基础。

30 多年来,尤其是进入 80 年代以后,图形技术得到了空前的发展,新产品不断涌现,图形产业市场不断扩大,呈现一派繁荣景象,从而受到军事工程、航天航空、科学研究等多方面的关注。目前,世界发达国家中一些实力雄厚的计算机公司都看好图形市场,并投入了大量的人力、物力、财力从事图形新产品的研究和开发,使图形市场更显群星璀璨。1992 年以来,IBM、SUN、HP、DEC、SGI 等公司不断推出最新的图形硬、软件产品;日本的松下、日立、SONY、佳能、三菱等公司也相继生产出各类视像设备、多媒体产品以及图形设备等产品。

由于诸多公司的投入、竞相开发,进一步加速了图形技术的发展。在开发出具有各种档次的图形专用芯片后,一些应用前景看好的领域,如多媒体技术、科学计算可视化技术、虚拟现实

技术、高速图像通讯技术等,也得到了迅猛发展。当前,图形技术在各领域的广泛应用,产生了明显的经济效益。可以断言,图形技术的发展形势喜人,应用前景会更加广阔。

从计算机图形技术的发展趋向来看,主要集中在以下几个方面:

(1) 计算机的处理能力。在计算机实现类似电影的动画制作过程中,每幅图片制作和输出时间应控制在 $1/24s$ 之内,目前基本采用静帧方式。图形显示器分辨率越高,物体越复杂,描述物体的过程也就越繁琐,计算机实时处理这些数据目前很难做到。因此,计算机图形技术的发展还有待于计算机硬件的进一步发展,研制和开发速度更快、性能更好的计算机已成为计算机图形应用的迫切需要。

(2) 真实图形生成技术。要求能根据计算机中构造好的模型生成与现实世界一样的逼真图像。

(3) 人机交互技术的发展。研究的热点是如何设计一个高质量的用户接口,以及如何在三维空间实现人机交互。

(4) 计算机图形软件。进入 90 年代,计算机图形学正朝着可视化、虚拟现实(VR)、多媒体三个方向发展。科学计算可视化有助于科技人员化抽象思维为形象思维,如压力场、原子结构、温度分布等物质内在规律和现象,借用图形显示技术,可以一目了然地呈现在科研人员眼前。某些原来隐藏的物体(如地下矿藏、人体内脏等)也可通过信号处理和可视化技术而为人们所直接观察。所谓虚拟现实是将用户置身于一个由计算机构造的三维环境中,凭其视觉、听觉、触觉等感官去感知和研究客观世界的变化规律。这是图形显示、计算机动态仿真、多媒体等多种技术的交叉和综合,可以预计,虚拟现实技术将在人们探讨宏观世界、微观世界以及由于种种原因不便直接观察的事物的运动变化规律时提供极大的便利。

1.2 计算机图形技术的应用

目前,计算机图形技术的应用领域已遍布各行各业,它极大地提高了人们理解数据、分析趋势、观察现象或想像形体的能力。简单而言,计算机图形技术的主要应用范围有:

(1) 计算机辅助设计与制造(CAD/CAM)。这是计算机图形技术应用领域中一个最广泛、最活跃的领域。计算机图形技术被用来进行土建工程、电子线路、机械结构和产品的设计,包括设计飞机、汽车、船舶、机械零部件、电子线路、电子器件、建筑的布局设计和施工设计等。在 CAD/CAM 领域中,将通过一个强有力的工具,用交互式的图形设备对设计的对象进行设计与绘图,产生工程略图,或者更接近实际物体的施工图或透视示意图。用计算机图形技术不仅能进行设计和画图,而且可以把结果直接送至后续工艺进行加工处理。

(2) 计算机辅助绘图。许多商品化图形软件大多用于绘制数学的、物理的、经济的图形或图表,它们在二维和三维作图方面都具有较强的数据形式的组合能力。计算机辅助绘图的一个最广泛的应用领域是商业事务领域,它将图形(如统计用的直方图、扇形图、工作进程图等)和图表(如仓库和生产的各种统计管理图表等)专门用于汇总财政、数学和经济等方面的数据,所有这些图形或图表都用直观、简单明了的方式提供形象化的数据和变换趋势。由于采用了多种图形组合的表达形式来体现各种不同的关系,形成了“所见即所得”的效果。

(3) 图形用户接口。用户接口是人们使用计算机的第一观感,友好的用户界面接口已成为

衡量一个计算机操作平台、操作系统、应用软件好坏、性能层次高低的一项重要指标。现在多数计算机程序的输入选择已设计成图标(icon)和窗口形式,如果图形和图标设计合理,将大大提高用户接口的直观性以及软件的执行速度。

(4) 科学技术计算可视化。传统的科学计算的结果是数据流,这种数据流不易被理解,也不便于检查其中的对错。科学技术计算可视化是通过对空间数据场构造中间几何体素和用体绘制技术产生二维图像。随着计算机硬件的迅速发展,使得科学技术计算可视化趋于实现。采用计算机图形技术将把所要计算的数据和过程形象地表示出来,使得科研人员能及时地发现和纠正存在的问题,这样就大大地加快了科学研究的进程,加速了自然科学的发展。

(5) 办公自动化。办公自动化是指计算机辅助办公,其目的是尽可能地充分利用信息资源,提高生产效率、工作效率和产品质量,并提供辅助决策系统。随着图、文、声结合的多媒体技术的发展,可视电话、电视会议以及文字、图表等的编辑和硬拷贝正在办公室普及,大大提高工作人员办事效率。这种普及率的不断提高,将进而改变传统的办公方式。

(6) 计算机辅助教学(CAI)。计算机辅助教学的兴起是教育领域的一场技术革命,它给传统的教学模式注入了新的生机与活力,展示了教育现代化的诱人前景。通过图、文、声、像的综合技术,利用计算机图形的特有诱惑,可以开发出能帮助学生加深对基本概念和基本知识的理解、使得枯燥无味的数字变成形象生动的直观图形的交互式教学软件,以达到辅助教学的目的。计算机辅助教学避免了教师的夸夸其谈,使教学过程生动、直观、详细、形象地展示在学生面前,对开发青少年智力、提高他们学习的兴趣都有很大的帮助。

(7) 计算机艺术。计算机图形技术在创作艺术和商品艺术方面具有广阔的应用前景。借助于计算机图形技术,艺术家们可以利用系统提供的“画笔(Paintbrush)”的作图程序,在荧光屏上进行艺术品的创作(如各种图案、花纹、工艺外观设计及传统的油画、中国国画和书法等)。计算机图形技术在广告制作、动画片、电影电视等艺术领域的应用成效越来越显著。另外,图形系统与出版印刷和文字处理等软件的集成,可生成一种“作家工作平台”,为作家提供一种良好的创作环境,这也大大提高了图形系统的功能。

(8) 过程控制及工业模拟。可以把计算机图形技术应用于石油化工、电网监控、金属冶炼等工业领域,通过图形和数据,及时反映设备关键部件的运行情况,实施对设备运行过程进行有效的监控。也可以利用计算机图形学中的产品造型、干涉检查和三维造型显示等技术,对产品和相应的加工设备进行运动模拟和静、动态装配模拟等试验,以满足产品和工程的设计、数控加工等领域的迫切需要。

还有其它的应用领域,如在轻纺工业,可以利用计算机图形技术来设计花色图案;在医学方面可利用可视化技术为准确的诊断和治疗提供更为形象和直观的手段;农业方面可利用计算机图形生成技术来保存和再现作物不同种类和不同生长时期的形态,模拟植物的生长过程,从而合理地进行种子选育、植物栽培管理等。随着计算机科学技术的进步和应用,计算机图形技术将会得到相应的发展,其应用前景是非常美好的。

1.3 计算机图形系统

计算机图形系统由硬件设备及相应的图形软件组成。要实现图形系统的功能,必须依赖于