

姚海根 石利琴 编著

计算机图形学应用



科学出版社

计算机图形学应用

姚海根 石利琴 编著

科学出版社

2002

内 容 提 要

计算机图形学在平面传播和跨媒体出版领域均有广泛应用。本书以计算机图形学的基本知识为背景,综合讨论了 CorelDRAW、Illustrator 和 FreeHand 三个图形软件。全书共分成 15 章,包括计算机图形学概述、图形显示系统工作原理、基本图形单元生成方法、图形对象的一般操作和图形几何变换、图形的轮廓线属性和填充属性、颜色空间与颜色定义、图形软件的文字处理功能、图形软件的通用特殊效果和专有特殊效果、分色与加网、PDF 文件的利用以及补漏白等。

本书避免了复杂的数学公式推导,注重理论联系实际。除能满足印刷类高等院校教学需要外,也可供输出中心、广告公司和印务公司前端的设计人员、技术人员和管理人员使用。

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

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

江苏省吴县教育印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经售

*

2002 年 6 月 第一版 开本: 787 × 1092 1/16

2002 年 6 月第一次印刷 印张: 22 1/2

印数: 1 — 4000 字数: 510 000

ISBN 7-03-010481-1/TP·1771

定价: 38.00 元

前 言

计算机图形学从 20 世纪 80 年代中期开始在印前领域获得应用,在 90 年代中期扩展到了跨媒体出版领域,并出现了像 CorelDRAW、Illustrator 和 FreeHand 这样的优秀图形软件。作者在从事计算机图形学应用的教学过程中深感要用好上述软件并不容易,也注意到了图形应用软件有不少共同之处,再加上有相当数量的图形软件使用者对印前和印刷工艺方面的基础知识较为缺乏。因此,以印刷对图形设计和制作的完稿要求为基础,归纳和总结上述三大图形应用软件的共同点和操作要领,辅以 PostScript 语言和 PDF 技术、色彩学、数字加网理论、印前和印刷工艺等基本内容。可以这样说,本书主要是为那些对图形应用软件有一定了解,且希望综合掌握图形软件的读者而写,目的是使这些读者只买一本书,就能通晓三个流行图形软件。

图形设计或制作与完稿处理是操作图形软件的两个不同阶段,但不少图形软件的使用者却往往对这两个阶段不加区分,有的甚至忽略了完稿处理。通常,在完成图形设计和制作后,应根据图形作品的使用要求作完稿处理,例如用于印刷的图形作品应该按印刷工艺作分色参数设置,除常规的四色分色外还可分为六色;按印刷机、纸张和后端印刷工艺组合指定合理的加网参数,为此需要了解数字加网的基本知识;按印刷机的套印精度、图形对象的位置关系和颜色特征等参数作补漏白处理,决定采用扩展补漏白或收缩补漏白,或采取叠印措施等。在电子出版物中使用的图形,则应按照计算机显示器乃至视频设备等的显示特点选择和定义颜色,包含彩色或灰度图像的图形作品最好输出为 PDF 格式,并指定合理的数据压缩率。

跨媒体出版追求一次制作(设计)、多次使用,重点在于充分利用数字信息资源,降低数字文档的设计和制作成本。跨媒体出版是最近几年提出的新概念,它涉及可扩展置标语言 XML 和数字资产管理技术 DAM。由于跨媒体出版在全球的流行,现今的图形应用软件大多提供跨媒体出版功能,例如将图形设计或制作结果输出为 PDF 文档格式,或利用类似于 Publish to Web 这样的功能直接获得 Web 页面。

考虑到读者在使用图形应用软件时对计算机图形学有一些基本的要求,故本书编入了少量的有关内容,对这些内容觉得理解上有困难的读者可以跳过这些内容,这对掌握和理解书中的绝大多数内容没有影响。读者在使用本书时应该注意书中对三大图形软件共同点和不同特点的归纳,方可收到事半功倍之效。图形设计制作与完稿处理的最大特点是实用性强,与设计稿的最终应用领域有密切的关系。作者在阅读了大量参考资料的基础上,力图作深入浅出的叙述。但是,由于作者的水平和经验所限,书中难免有不妥之处,热忱希望读者提出宝贵意见。

本书的第四、五、六、七章由石利琴编写,其他内容由姚海根编写。在写作过程中得到了杜飞龙教授、黄祖兴教授、程杰铭副教授、王晓红博士和孔玲君等同志的大力支持与帮助,谭美贤同志为本书的校对作出了很大的贡献,如果没有他们的帮助和支持,作者也许没有信心和毅力完成本书。

编者

2002 年 1 月 上海

目 录

第一章 计算机图形学概述	1
1.1 计算机图形学的研究内容	1
1.1.1 图形的几何属性和非几何属性	1
1.1.2 计算机图形学的主要研究内容	3
1.2 计算机图形学的主要应用领域	5
1.2.1 数字印前制作	5
1.2.2 跨媒体出版	6
1.2.3 图形用户界面	8
1.2.4 计算机辅助应用 Cax	11
1.2.5 图示图形学与科学计算可视化	13
1.2.6 计算机艺术	14
1.2.7 娱乐	17
1.2.8 其他应用	18
第二章 PC 机的显示系统与图形资源	20
2.1 图形显示系统	20
2.1.1 图形显示系统对计算机图形学发展的贡献	20
2.1.2 图形显示系统的基本构成	21
2.2 以阴极射线管为基础的图形显示系统	22
2.2.1 阴极射线管	22
2.2.2 彩色阴极射线管的工作原理	24
2.2.3 随机扫描显示器	26
2.2.4 光栅扫描显示器	28
2.3 光栅扫描显示设备的系统构成	29
2.3.1 图形显示特点与显示内存的必要性	29
2.3.2 光栅扫描显示器的工作过程	30
2.3.3 帧缓冲存储器	30
2.3.4 视频控制器	32
2.4 光栅扫描图形显示器的参数	34
2.4.1 阴极射线管的性能指标	34
2.4.2 关于图形显示的一些重要概念	36
2.5 平板显示器	38
第三章 文件格式及其操作	41
3.1 关于文件格式的一般问题	41
3.1.1 文件名和文件扩展名	41
3.1.2 文件格式的基本使用原则	42
3.2 矢量图形格式	44

3.2.1 DXF 格式	44
3.2.2 AI 格式	46
3.2.3 EPS 格式	48
3.2.4 其他图形格式	50
3.3 图像文件格式	52
3.3.1 BMP 格式	52
3.3.2 GIF 格式	53
3.3.3 TIFF 格式	56
3.3.4 JPEG 格式	58
3.3.5 PNG 格式	59
3.4 DOC 格式	60
第四章 基本图形单元	62
4.1 直线的生成	62
4.1.1 典型直线生成算法	62
4.1.2 直线画线操作	64
4.2 规则形状图形单元	66
4.2.1 在 CorelDRAW 中绘制规则形状图形	66
4.2.2 Illustrator 的规则图形工具	69
4.2.3 在 FreeHand 中制作规则图形	71
4.3 曲线表示与曲线制作	74
4.3.1 贝济埃曲线	74
4.3.2 贝济埃曲线的几何特点	75
4.3.3 贝济埃曲线的性质	77
4.3.4 曲线的定义与修改	78
第五章 图形对象的一般操作	83
5.1 图形的选择、移动和复制操作	83
5.1.1 对象选择	83
5.1.2 对象的移动和复制	84
5.2 应用程序间的信息共享	87
5.2.1 剪贴板与动态数据交换技术	87
5.2.2 对象链接与嵌入技术	89
5.3 图形应用程序的裁剪、复制和粘贴操作	91
5.3.1 图形软件的特殊粘贴功能	91
5.3.2 CorelDRAW 的文档导入与插入功能	92
5.3.3 Illustrator 的文档链接与嵌入功能	93
5.3.4 FreeHand 的对象链接与嵌入特点	96
5.4 图形对象的位置属性	97
5.4.1 对象的前后次序	97
5.4.2 对齐与分布操作	98

5.5 图形对象的构成关系和逻辑关系	101
5.5.1 对象的成组与解组	101
5.5.2 对象的合并与分离	102
5.5.3 CorelDRAW 的对象逻辑运算	104
5.5.4 Illustrator 的节点平均和对象切割操作	106
5.5.5 FreeHand 的对象逻辑运算操作特点	107
第六章 图形的几何变换	110
6.1 基本图形变换	110
6.1.1 平移	110
6.1.2 旋转	111
6.1.3 缩放	116
6.2 其他几何变换	119
6.2.1 镜像变换	119
6.2.2 错切变换	123
6.2.3 透视变换	126
6.2.4 扭曲变换	129
第七章 图形的轮廓线属性	131
7.1 线型属性	131
7.1.1 线型	131
7.1.2 CorelDRAW 的线型选择和线型定义功能	133
7.1.3 Illustrator 的线型定义方法	134
7.1.4 FreeHand 的线型选择	136
7.2 线宽属性	136
7.2.1 路径与线宽	137
7.2.2 线宽设置	138
7.2.3 笔划的微小调整	139
7.3 线条的装饰属性	140
7.3.1 线端类型	141
7.3.2 线端连接方式	143
7.3.3 箭头	145
7.4 笔刷与特殊线条	147
7.4.1 CorelDRAW 的美工笔和特殊笔刷	147
7.4.2 Illustrator 的特殊笔刷	149
7.4.3 FreeHand 利用特殊笔刷描绘路径的特点	151
第八章 颜色空间与颜色定义	153
8.1 颜色与颜色空间	153
8.1.1 颜色与可见光	153
8.1.2 加色与减色混合	154
8.1.3 彩色、灰色与单色	155

8.1.4 灰色颜色空间	156
8.1.5 RGB 与 CMYK 颜色空间	158
8.1.6 HSB 颜色空间	160
8.1.7 Lab 颜色空间	161
8.1.8 YIQ 颜色空间	162
8.1.9 色域	163
8.2 颜色定义	164
8.2.1 关于颜色的使用	164
8.2.2 在调色板中选择颜色	165
8.2.3 平行滑条式颜色定义界面	166
8.2.4 三维坐标式颜色定义界面	167
8.2.5 模仿圆柱体坐标系的颜色定义界面	168
8.2.6 双坐标系颜色定义界面	170
8.2.7 颜色插值问题	170
8.3 专色	171
8.3.1 专色运用与专色定义	171
8.3.2 专色的浓淡程度	173
第九章 填充	174
9.1 内点测试规则	174
9.1.1 内点测试	174
9.1.2 图形软件的默认内点测试规则	176
9.1.3 字符填充规则	178
9.2 均匀填充	179
9.3 渐变填充	183
9.3.1 渐变类型	183
9.3.2 渐变限制	184
9.3.3 图形软件的渐变功能	185
9.3.4 渐变网格	188
9.4 图案填充	191
9.4.1 双色图案填充	191
9.4.2 彩色矢量图案填充	193
9.4.3 PostScript 纹理填充	195
9.4.4 彩色位图图案填充	197
第十章 文字处理	199
10.1 艺术文本	199
10.1.1 艺术文本的输入和编辑	199
10.1.2 艺术文本的几何变换	200
10.1.3 艺术文本的轮廓线属性	202
10.1.4 填充属性	204

10.1.5 路径文本	208
10.1.6 容器文本	212
10.1.7 文字转曲线对象功能的利用	215
10.2 段文本	216
10.2.1 CorelDRAW 的段文本特点	216
10.2.2 Illustrator 的段文本操作	217
10.2.3 FreeHand 的段文本处理特点	219
第十一章 通用特殊效果	222
11.1 包络效果	222
11.1.1 在 CorelDRAW 中使对象产生包络效果	222
11.1.2 FreeHand 的对象包络变形功能	225
11.2 对象融合	228
11.2.1 CorelDRAW 的融合功能	228
11.2.2 Illustrator 的对象融合特点	232
11.2.3 在 FreeHand 中融合对象	234
11.3 等高线	235
11.3.1 CorelDRAW 的等高线生成方法	236
11.3.2 FreeHand 的等高线功能	238
11.4 特殊畸变效果	239
11.4.1 CorelDRAW 畸变工具的使用	239
11.4.2 Illustrator 的畸变效果	243
11.4.3 FreeHand 产生畸变效果的特点	244
第十二章 专有特殊效果	248
12.1 CorelDRAW 的专有特殊效果	248
12.1.1 对象的立体化	248
12.1.2 阴影效果	251
12.1.3 透明效果	254
12.1.4 滤色镜	258
12.1.5 强力裁剪	259
12.2 Illustrator 专有特殊效果	261
12.2.1 对象的风格化	261
12.2.2 花纹效果	262
12.3 FreeHand 的专有特殊效果	265
12.3.1 阴影	265
12.3.2 浮雕	267
12.3.3 分形	268
12.3.4 图形库的利用	271
第十三章 分色与加网	273
13.1 常规复制技术及黑版	273

13.1.1 需要黑版的理由	273
13.1.2 黑版计算	275
13.2 分色类型	276
13.2.1 底色去除	277
13.2.2 非彩色结构与灰成分替代	278
13.2.3 分色结果	280
13.3 图形软件的分色功能	281
13.3.1 在 CorelDRAW 中输出分色结果	281
13.3.2 Illustrator 的分色设置功能	282
13.3.3 Illustrator 的分色结果输出功能	286
13.3.4 FreeHand 的分色输出功能	288
13.4 加网技术基础	289
13.4.1 加网技术概述	289
13.4.2 网点参数	290
13.4.3 数字加网技术概述	292
13.5 图形软件加网要点	294
13.5.1 在 CorelDRAW 中设置加网参数	294
13.5.2 Illustrator 的加网特征	296
13.5.3 FreeHand 的多层次加网功能	297
第十四章 PDF 文件的利用	299
14.1 PostScript 语言与 PDF	299
14.1.1 页面描述语言	299
14.1.2 PostScript 语言的特性与功能	300
14.1.3 PostScript 语言与 PDF 的区别	302
14.1.4 PDF 的通用特点	304
14.2 PDF 文件的生成	306
14.2.1 建立 PostScript 文件	306
14.2.2 PS 或 EPS 文件通过 Distiller 转换成 PDF 文件	307
14.2.3 在 Office 软件中输出 PDF 文件	308
14.3 图形软件对 PDF 文档格式的支持	309
14.3.1 利用 CorelDRAW 的打印命令转换 PDF	309
14.3.2 CorelDRAW 的其他转换方法	313
14.3.3 利用 Illustrator 打印命令转换成 PDF	315
14.3.4 利用 Save As 命令保存为 PDF	318
14.3.5 在 FreeHand 中利用打印命令生成 PDF 文件	320
14.3.6 用 FreeHand 的 Export 命令转换为 PDF	322
第十五章 补漏白	325
15.1 概述	325
15.1.1 漏白与补漏白	325

15.1.2 挖空、叠印与补漏白	326
15.1.3 补漏白原则	327
15.1.4 应用程序补漏白	328
15.1.5 后处理补漏白	329
15.1.6 补漏白的复杂性和展望	330
15.2 CorelDRAW 的补漏白功能	331
15.2.1 全局性补漏白	331
15.2.2 叠印	333
15.2.3 关于在 CorelDRAW 中设置补漏白参数的提示	334
15.3 Illustrator 补漏白特点	336
15.3.1 在路径寻找器上补漏白	336
15.3.2 叠印补漏白	338
15.3.3 特殊叠印技术	340
15.3.4 高级补漏白技术	343
15.4 FreeHand 补漏白操作	344
15.4.1 补漏白工具的使用	344
15.4.2 叠印补漏白技术	345
参考文献	348

第一章 计算机图形学概述

计算机图形学（Computer Graphics）是计算机应用技术领域中最活跃的分支之一，其发展离不开计算机技术和其他相关技术的发展。从计算机图形学作为一门学科诞生至今，不过 30 多年的时间，却发展的相当成熟。究其原因，图形作为传递和交换信息的主要手段和载体之一，是计算机应用需求刺激的必然结果。

利用计算机实现特定的工作任务可归结为一系列有针对性的操作步骤，而指示计算机如何操作则需要人机界面来交换信息，即需要某种手段向计算机发出一系列操作指令。经过 30 多年的变革，人机界面从早期的光电阅读装置发展到键盘和字符终端，后来又开发和设计了鼠标、光笔、数字图形输入板等输入设备，乃至以光栅扫描显示器为基础的图形用户界面。现在，人机界面已发展到了三维用户界面，它带给人们身临其境的感觉，因而又被称之为虚拟环境或虚拟现实，人机界面的发展最终达到了理想与现实统一的境界。

当然，计算机图形学的发展动力不只局限于人类对人机界面的要求。图形作为客观世界物体和现象的抽象描述，以直观的方式刺激人的视觉系统而成为人类表达和交流信息的重要工具，这也是计算机图形学发展的源动力。计算机图形学来源于生活、科学、工程技术、艺术、音乐、舞蹈和电影制作等，但是，计算机图形学又大大地促进了这些领域的发展，成为解决和表达特定领域信息交换的重要工具。

1.1 计算机图形学的研究内容

计算机图形学的研究内容随计算机软硬件技术、应用需求及该学科本身的发展而变化，并受到相关学科的影响，其中又以数字图像处理技术对计算机图形学的影响最大。

1.1.1 图形的几何属性和非几何属性

一、图形学是计算机技术发展的必然结果

计算机发展的过程是计算机本身及其外部设备和软件技术的发展过程，虽然只有 50 多年的历史，但其发展速度却是惊人的。计算机应用逐步由初期的数值计算、数据处理和事务管理等领域向信息处理和知识处理领域拓宽，并诞生了局域网和国际互联网。不可避免的，计算机进入到了图形和图像信息处理领域。尽管文字本质上是图形，但由于图形有诸多的几何和非几何属性，因而与文字相比，图形的表示、生成、处理、变换、存储、检索、管理以及扫描转换到硬拷贝设备输出等要复杂得多。在计算机图形学诞生前，人们通常用手工方式生成和处理图形，这些方法至今还在使用。但是，用计算机来处理图形信息比传统的手工方式效率要高得多，它使图形的用途更广泛，表达能力更强，内涵更丰富，而所需的成本却越来越低。

二、图形的广义性

毫无疑问，计算机图形学的研究对象是图形。那么，什么是图形呢？图形与印刷工艺中使用的线条稿（Line Arts）又有什么区别呢？对这些问题，从不同的角度来回答会产生

不同的答案。从广义的角度理解,凡是能在人的视觉系统中形成视觉印象的客观对象均可称为图形,比如自然景物、照片和底片、印刷品、机械结构和建筑结构图、生产工艺流程图、指纹图、艺术家用不同工具绘制的各种美术作品,以及用数学方法描述和生成的几何图形等。因此,从广义的角度看,计算机图形学研究的图形远远超出了印刷业所称的线条稿范围。此外,图形也不同于文字这样的抽象符号,在表达和描述客观对象上比起文字来要更具体、更生动。

三、图形的几何属性

在计算机图形学出现前,人类就已经在使用和研究图形,其中最常见的是用数学方法描述图形,比如平面几何和立体几何研究几何图形的基本特征和相互关系,而解析几何则着重研究用代数方程或解析表达式描述图形的几何特征和相互关系。在上述学科中,客观对象的具体形态经过了抽象处理,归结为简单的点和线,且几何学中的点线没有大小,所以没有具体的物理意义。但是,任何对象的几何属性都是从源对象抽取出来的,它描述了源对象的基本形状和相互位置关系。因此,几何属性是图形的基本特征,也是将客观世界的不同源对象抽象为几何形体的主要依据。

四、图形的非几何属性

计算机图形学研究的图形不能只局限于单纯地用数学方法描述图形,即不能只研究图形的几何属性。因为几何形体虽然来自客观世界,但它只是客观对象的高度抽象表示,没有包括诸如物体颜色和层次变化、物体所处的光照条件、构成物体的材料和表面特性等非几何属性。正因为如此,计算机图形学研究和描述的对象比起仅包含几何属性的图形来说更具体、更直观、更接近于它所表示的客观对象。此外,在抽象基础上对于物体的夸张描述和表示也是艺术创作的需要,惟有如此才能源于生活而又高于生活,才能使计算机图形作品具有更强的艺术表现力和艺术感染力。

五、轮廓线和填充

从上面的叙述可以看到,图形由几何和非几何要素构成。其中,刻划对象轮廓形状的几何要素称为几何属性,俗称为图形的轮廓线属性,例如点、线、面和体。不过,计算机图形软件产生的轮廓线又与平面几何、立体几何和解析几何等学科研究的纯几何图形不同,它可以赋予轮廓线以不同的颜色、线型以及装饰属性。图形的另一个构成要素是非几何属性,用来描述反映物体表面材料的特殊质地以及因表面材料和粗糙程度不同而产生的对光线的不同反射和吸收能力等自然现象。这些自然现象在人的视觉系统中产生的效果最终可归结为颜色和层次变化,可能有相当复杂的外观表现,通常被称为图形的填充属性。图形的轮廓线和填充两大属性形成了对客观世界对象的生动描述,但由于图形不像图像那样仅仅忠实地记录世界,因而更富抽象意义。

综上所述,计算机图形学研究的图形是客观对象的一种抽象表示,带有形状、颜色和层次变化等源对象的信息,这些信息也可能是源对象的夸张表示。通过图形,虽然人们能够较为具体地了解它所表达的物体,但它仍然是物体的抽象表示。比如,用图形应用软件在页面上绘制了几道闪光,但很难确定这样的闪光由何种对象产生,它可能来自太阳,也可能来自灯光,或源自闪电,为此还需在页面上附加其他对象来说明闪光的性质和它来自何种客观对象。又如,当利用图形软件制作的玻璃杯和塑料杯有相同的形状、颜色和透明

度时,虽然从外观上看完全一样,但若没有其他信息的帮助,人们无法仅通过这两个图形来区分哪个是玻璃杯,哪个是塑料杯。

1.1.2 计算机图形学的主要研究内容

一、图形表示方法

毫无疑问,图形的表示方法本质上应该采用矢量方法。但是,图形表示方法在很大程度上受图像处理这一学科的影响。因此,以电子计算机作为工具来表示和描述图形时,通常采用点阵表示和参数表示两种方法。

1. 点阵表示

图形之所以被印前技术人员称为矢量图像的原因,就在于某些内容的表示借鉴了数字图像的表示方法。例如某一图形对象的轮廓线(几何形状)确定后,其内部的填充可能采取不同的方式,可以是实地颜色的填充,也可以是渐变颜色的填充,甚至可以是图案填充。对于这些非几何属性,采用点阵表示方法有独特的优点,它可以准确地记录轮廓线区域内每一个填充点的颜色值。

2. 参数表示

图形的几何属性,即图形的轮廓线属性通常采用参数表示的方法。此外,图形的非几何属性也可以用参数来表示。这里,表示图形几何属性的参数称为形状参数,而表示非几何属性的参数则称为属性参数。形状参数指的是描述图形轮廓的代数方程或解析表达式,例如解析表达式的系数以及线条和多边形的端点坐标等。属性参数用以描述轮廓线的颜色、线型以及内部填充的颜色特征等。

二、计算机图形学的研究内容

计算机图形学的研究内容从处理过程的不同阶段考虑,包括图形的描述和输入、图形的变换处理和逻辑运算以及图形的扫描转换输出三大部分。

1. 图形描述和输入

为了在可视界面上以直观的方式处理图形,便于交互式地修改,需要研究以恰当的形式来描述图形,且要求描述的效率高,形式要尽可能简单。对图形的描述涉及如何利用已有的输入设备和应用软件将图形的几何和非几何特征输入到计算机中,在可视界面上生成和表示图形,以实现图形的移动、复制、几何变换、逻辑运算,乃至输出到目标设备上。

2. 图形处理

图形在处理阶段的主要内容包括:

- ① 图形的选择、移动和改变前后位置关系等操作。
- ② 按指定的间距或方向执行图形的复制和克隆操作。
- ③ 以交互的方式修改图形的基本形状,例如通过拖动组成图形轮廓的路径段、节点和控制点改变图形的形状。
- ④ 对图形的一系列几何变换操作,例如图形的放大与缩小、图形沿某一方向的拉长与缩短、图形的镜像变换、错切变换和投影变换等。
- ⑤ 执行不同图形对象轮廓形状间的逻辑运算,比如求两个或两个以上的图形的和、差以及交等。
- ⑥ 多个图形对象间按指定规则的对齐操作以及在规定距离范围内的分布操作。

⑦ 如何对复杂图形（非单连通图形）执行填充操作。

⑧ 从一种形状的图形渐变到另一种形状的图形，以及从一种轮廓线颜色或填充颜色渐变到另一种轮廓线颜色或填充颜色等。

3. 图形输出

无论是采用点阵描述还是采用参数描述的图形，在输出到光栅扫描设备时，均需执行栅格化操作，即根据输出设备的记录精度将图形转换为点阵描述，在光栅扫描显示器上显示图形或通过硬拷贝输出设备记录到纸张等介质上。对点阵描述的图形，它们是以像素为基础的，故输出时将根据输出设备的记录精度转换为不同形式的网点表示；而对参数描述的图形，则输出时需执行扫描转换操作，将参数描述的图形转换为符合记录设备精度的点阵表示形式。

综上所述，计算机图形学乃是指利用计算机来建立、处理、传输和存储从某个客观对象抽象得到的几何和物理模型，并根据模型产生该对象图形输出的有关理论、方法和技术。

本书主要讨论计算机图形学的应用，该学科的理论部分仅在十分必要时才给出主要内容或结论。因此，本书主要涉及的是图形处理，即讨论如何应用计算机图形学的基本理论和方法设计成的应用软件来进行各种变换操作，达到预定的效果。

三、计算机图形学与其他学科的关系

与计算机图形学联系较为密切的学科有图像处理、计算几何、计算机视觉（有时称为机器人视觉）和模式识别等。因此，对这些学科作简要描述是必要的。

1. 图像处理

图像处理的研究对象是以数字方式描述的二维或三维数组，通常称为数字图像。灰度图像只需用一个二维数组表示就足够了，但彩色图像的表示则需要多种主色，每种主色一个二维数组，故彩色图像的表示通常采用三维数组的形式。图像处理的主要研究内容有对连续调原稿、印刷品原稿乃至客观景物执行空间抽样和数值量化，从而转换为原稿和景物的数字表示；对转换得到的数字图像执行与特定目标相适应的变换操作，比如图像数据的压缩、存储、传输、重构、增强、颜色变换和几何变换等；以及研究如何在目标输出设备上记录像素、完成图像数据的硬拷贝输出。

2. 计算几何

计算几何主要研究内容包括建立客观对象的数学模型以及图形的计算机表示。其中，对象的建模研究如何从客观对象抽取其几何特征，得到其抽象的几何形状，即如何建立几何形状的数学模型，要求描述效率高、执行速度快，要便于计算机对图形数据的管理、存储和变换运算；而图形的计算机表示则着重研究如何以合理的形式来表示图形对象的形状（或轮廓），图形的表示形式必须适应图形对象轮廓和填充的计算机表示。计算几何的具体内容为基本图形单元（直线、曲线和曲面）的表示、生成、拼接和造型，图形对象的三维立体造型以及图形内部填充的数据插值计算等。

3. 计算机视觉和模式识别

这两门学科的研究内容本质上是计算机图形学研究内容的逆过程，比如如何分析和识别输入的数字图像，从数字图像中提取二维或三维的数据模型，以某种客观测度（几何的或物理的）描述对象的几何、纹理和边缘特征等。计算机视觉和模式识别在科学研究、医学、工业生产、环境检测、天气预报、航空测量、遥感测量和日常生活中均有广泛应用，

例如邮政编码和文字的自动识别和处理、工程图纸的自动识别处理、机器人视觉、物体表面三维形状的重构、指纹识别、交通工具自动导航等。

计算机图形学、计算几何、图像处理和模式识别这些与计算机图形信息处理有关的学科都已有了 30 ~ 40 年的历史,但在相当长的一段时间内它们基本上是以相互独立的形式发展的。到了 20 世纪 80 年代,由于光栅扫描图形显示器的广泛应用,尤其是近几年来高分辨率图形显示器和各种高速图形适配器的产生,高精度输入设备和记录设备的不断推出,以及大量复杂应用问题的需要,这些学科的相互关系和一些共同技术引起了人们越来越大的兴趣。计算机图形学、计算几何、图像处理和模式识别的学科界限变得模糊起来,这些学科间相互渗透和融合,变成了你中有我、我中有你。例如,计算机图形学离不开曲线、曲面和立体造型技术,几何造型系统又必须利用图形的生成处理技术和图像处理技术,模式识别中的许多概念和方法则来自图像处理等学科。

1.2 计算机图形学的主要应用领域

计算机图形学的发展和变革离不开具体的应用需求,集中体现在二维和三维对象的造型上。例如,美术和广告装潢、科学研究、工程技术、工业设计、教育、舞蹈、音乐、电视和电影节目制作等。随着半导体、光学和精密机械技术水平的快速发展和提高,计算机及其周边设备的生产成本和销售价格逐年下降,软件开发水平越来越高,图形应用软件的功能越来越强。计算机软、硬件技术和周边设备技术的发展反过来又被广泛应用于上述应用领域,特别是 20 世纪 80 年代后,计算机图形学在社会生活各方面的应用更是获得了长足的进步,数字印前领域是其中的突出代表。

1.2.1 数字印前制作

图形与图像一样,也是印刷工艺的重要“原材料”之一。由于图形具有面向对象以及与设备无关的特点,图形的描述、变换、修改、复制等与图像相比要方便不少。20 世纪 80 年代中期出现的 PostScript 语言为数字印前系统的形成奠定了技术基础,同时也为文字、图形和图像在页面上的描述奠定了技术基础。通过 PostScript 语言可以控制像激光照排机、胶片记录仪这样的高精度输出设备记录成符合印刷工艺或其他应用领域要求的结果。

PostScript 语言中有不少成分吸取了计算机图形学的重要内容,采用了面向对象的描述方法,成为桌面出版事实上的工业标准。Adobe 公司的 RIP 结构为许多设备和系统所采用,从台式打印机到激光照排机。一台普通的打印机配置了符合 PostScript 标准的解释器(RIP)后,它的功能就得到了延伸和扩展,比如可以输出分色结果、补偿制版和印刷网点扩大、输出专色对象、补漏白、验证由复杂路径构成的图形对象是否能在照排机上记录、输出多色调图像,以及实现数字打样等。这是因为,一般的打印机通常采用 HP 公司的 PCL 语言控制输出,但这种语言可实现的功能仅为 PostScript 语言的 80% 左右,许多更高级的功能只有利用 PostScript 才能达到。

数字印前工艺使用的图形软件通常具有排版功能,典型例子是 CorelDRAW、Illustrator 和 FreeHand 等。由于印刷设备、器材、材料和工艺的特殊性,除了通用图形处理功能和排版功能外,还要求数字印前系统使用的软件具备直接在 CMYK 颜色空间中定义颜色的能力、

定义和使用专色的能力、分色功能、图像代换功能、补漏白功能、填充PostScript图案的功能和数字加网功能等。在支持PostScript Level 3的RIP控制下,这些图形处理软件还能从软件内部直接向照排机等高精度记录设备发送输出(打印)命令,将已经设计或制作好的整页版面输出为分色页。

1.2.2 跨媒体出版

跨媒体出版(Crossmedia Publishing)是近几年出现的,追求一次制作(设计)、多次使用,以充分利用数字信息资源来降低数字文档的设计和制作成本。跨媒体出版涉及可扩展置标语言XML和数字资产管理DAM技术。

一、XML与跨媒体出版

1. 网络出版概念的统一

跨媒体出版的概念源于几年前提出的网络出版概念,当时由“基于Web的印刷出版”和“以Web为媒体的出版”这两个看来互不相关的概念组成。其中,“基于Web的印刷出版”指利用因特网的数据通信能力实现出版物数字文档的异地传输,并在当地印刷和出版;“以Web为媒体的出版”则是在因特网上直接发布信息,读者在网络上阅读出版物。今天,这两个概念已经被统一在“基于Web的媒体出版”的旗下,这是网络出版已经成熟的标志,也是跨媒体出版概念得以产生的基础。

2. 我国跨媒体出版现状

我国报社和出版社的跨媒体出版已经启动,其中以报纸的网上发布最为普及。因特网跨越时空、信息量大的特点和优势对报业的影响最大,因为报社在读者心目中具有良好的印象,它们的信息来源广、采编体系强大而完善。因此,尽快将报社的这些优势在因特网上体现,成为每家报社的普遍愿望。从1995年10月《中国贸易报》的第一份中国内地网上报纸出现至今,我国几乎所有报纸均已实现了网上发布。报纸网上发布的主要技术问题是如何解决印刷出版数据与网络出版数据格式上的差别。为此,需要在新闻采编系统中采用归一化的数据标准,这就是XML。比如由北大方正开发的采编流程系统将XML数据通过排版软件的插件植入版面,实现了从XML数据到印刷控制的连接,然后将XML数据转换成HTML,从而为新闻数据的网上发布创造了技术条件。

3. XML语言

XML是可扩展置标语言eXtensible Markup Language的缩写,来源于通用标准置标语言SGML和超文本置标语言HTML,但已经超过了SGML。XML 1.0版本正式推出的时间是1998年2月,仅仅经过4年多的时间就普及到今天这样的地步,说明以XML作为数字文档的表示方法是非常优秀的。XML之所以值得推广的主要理由是:XML是一种元语言,即可产生其他计算机语言的语言,以成本低廉为主要特征;其次,XML文件的结构、内容和格式完全分离,这是HTML无法比拟的。需要特别指出的是,XML不是专为跨媒体出版准备的,在电子商务中也得到了广泛应用。

4. 网络信息发布形式

目前,在因特网上发布新闻通常采用三种形式,它们是未加工的文本形式、PDF阅读形式以及同时包含图像、图形和文字的Web主页形式。其中,Web主页形式是网上新闻发