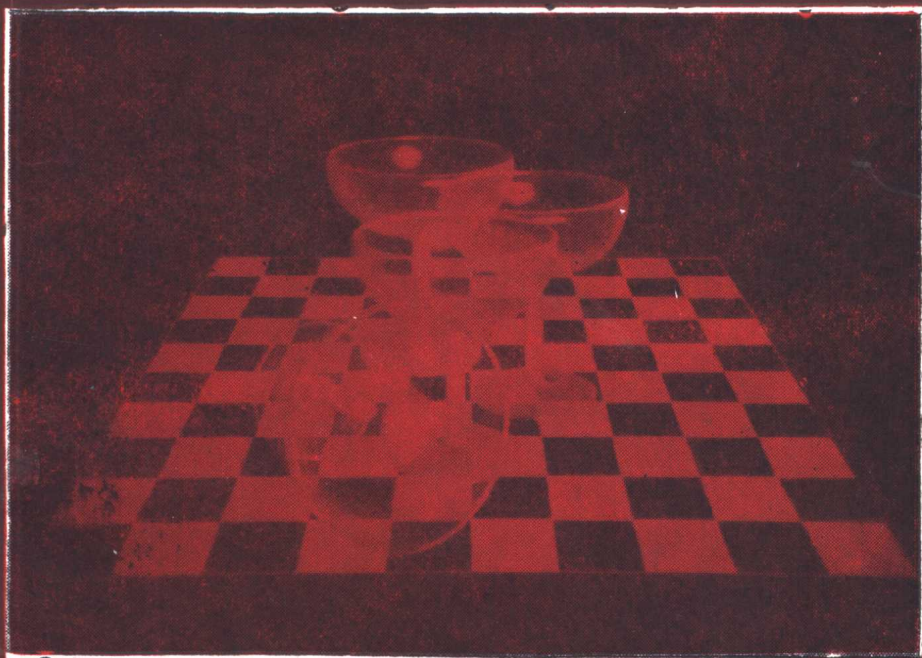


光栅图形学手册

(美) 孔拉克公司



科学出版社

光栅图形学手册

(美) 孔拉克公司

石教英 黄剑锋 译

科学出版社

1988

内 容 简 介

本书是系统介绍光栅图形学的一本手册性专著。全书共分十章及三个附录,完整地介绍了光栅图形学涉及各个领域,包括硬件、软件和基本操作原理。

本书主要包括图形显示原理及各种显示技术;图形外围设备和图形控制器的设计原理;显示信号的几种通用标准;计算机生成图形的过程和人机交互技术的基本原理;目前国际流行的几种图形软件标准——Core, GKS, VDM, VDI, IGES 及 NAPLPS 等标准;以及实用的颜色编程原理和技术。同时还介绍了评估和选择图形显示设备的基本准则和光栅图形学常用的名词术语。全书以讲解基本原理为主,内容丰富,深入浅出。

本书可作为大专院校计算机科学、建筑学、机械工程、航空、造船、无线电、电机、纺织等专业有关计算机图形学和计算机辅助设计课程的教学参考书,也可以作为图形显示设备设计人员,计算机图形系统和 CAD/CAM 系统的软硬件维护人员,程序员以及从事计算机图形技术的广大科技人员的实用参考手册。

Conrac Division, Conrac Corporation
RASTER GRAPHICS HANDBOOK
Van Nostrand Reinhold Company Inc, 1985

光栅图形学手册

〔美〕孔拉克公司

石教英 黄剑锋 译

责任编辑 鞠丽娜

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

1988 年 11 月 第 一 版 开本: 850×1168 1/32

1988 年 11 月 第一次印刷 印张: 11 3/4

印数: 0001—9,300 字数: 303,000

ISBN 7-03-000564-3/TP·36

定 价: 5.30 元

译 者 的 话

众所周知,虽然计算机图形学的发展历史不长,但却已发展成为一门成熟的学科并获得越来越广泛的应用。计算机图形学的早期阶段(六十年代初至七十年代)以矢量式(或称笔划式)图形显示器为基础,主要研究线框图形的生成和显示。七十年代中期,光栅扫描图形显示器开始进入商品化。光栅扫描图形显示器能提供丰富色彩,无闪烁,并具有可同时显示线框图形和逼真图象等优点。另外,由于半导体存储器及微处理器芯片的大幅度降价,使得光栅扫描图形显示器的性能价格比十分优越,目前它已占据图形显示器市场的主流。光栅扫描图形显示器的出现不仅给计算机图形学提出了许多新的研究课题,例如三维逼真图象的生成算法,反走样算法,实时模拟技术等,而且进一步扩大了计算机图形学的应用领域。即由传统的工程应用向文化艺术、广告娱乐以及军事上的各种作战和训练模拟等领域渗透,并已获得巨大成就。因此,光栅图形学已经发展成为计算机图形学的一个重要分支。

近年来,计算机图形学及其应用的研究工作在国内受到广泛的重视,特别是 CAD/CAM 技术在各种行业的应用发展更快。研究工作已从高等院校、专业研究所扩大到工厂和设计院,形成了一支庞大的队伍,而且这支研究队伍还在不断扩大之中,越来越多的单位需要建立新的图形系统和 CAD/CAM 系统,开发图形支撑软件和本行业的应用软件,因此人们需要系统地了解计算机图形显示器的基本原理,图形系统的组成及技术指标,计算机生成图形的算法以及人-机交互技术,图形软件标准和评估图形显示设备的准则等方面的知识。由美国孔拉克公司技术人员编写的《光栅图形学手册》就是一本能满足上述要求的好书。该书第一版于 1980 年问世,在几个月之内即销售 5 万余册,1985 年经过原作者修改,补

充并改写了大部分内容，出版了第二版。我们是根据第二版翻译的。本书全面地介绍了光栅图形学涉及各个领域，可以作为高等院校“计算机图形学”以及“CAD/CAM 技术”等课程的教学参考书。对于从事计算机图形学及其应用和各种行业 CAD/CAM 等研究工作的工程技术人员和组织领导人员也是一本有益的参考手册。

本书的前言，第一至第四章和附录 A，附录 C 由石教英翻译，第五至第十章和附录 B 由黄剑锋翻译，全书由石教英校阅后定稿。由于计算机图形学的许多名词术语的译名至今未能统一，书中采用的许多译名定有不妥之处，加上译者水平有限，谬误在所难免，敬希广大读者批评指正。

译者

1987 年 8 月

前 言

《光栅图形学手册》第一版共发行五万余册，在出版后几个月之内便销售一空。本书把模拟电视技术和数字计算机两个完全不同的领域综合在一起，成为一本独一无二的专著。随着计算机 CRT 显示器和数字广播电视设备的普及，对本书的需求还在继续增长。

为了尽快满足这一要求，又出版了《光栅图形学手册》一书的第二版。在此之机，让我们来回顾一下孔拉克公司所属孔拉克分部 (Conrac Division, Conrac Corporation) 的技术人员当初撰著本书的意图。

在光栅彩色 CRT 上创作线画图形的第一批人员的名字并未载入历史的史册，然而我们可以想象，倘若这类早期的实验是在实用电视接收机上完成的话，其结果一定是令人失望的。虽然，大量生产的电视接收机引入了一代新技术，但是由于市场竞争剧烈，只要不严重影响收看效果，对电视机的某些设计指标是可以降低要求的。我们知道，人的眼睛对远离注意力中心的图象感觉比较迟钝，所以电视屏幕边缘部分的图象可允许存在轻微失真，但是屏幕中心处的图象质量必须得到保证。

相比之下，计算机图形学的大多数应用项目则要求图象质量在屏幕的各个部位上的一致性，例如商业图形的标题，大多数位于屏幕的顶部或左上角处。当图象从一台显示器传送到另一台时，应保持其质量不变。计算机图形学对图形质量的要求还包括色彩在屏幕各个角落的真实性与一致性。当存在非线性畸变时，那些直方图或饼图将失去意义，然而对于收看电视连续剧的观众而言，这些失真都是可以忽略不计的。

幸而，当时至少有一个公司，这就是孔拉克公司，已经生产出了能满足这类需求的光栅扫描彩色监视器，虽然公司是根据另

外的要求而生产这些监视器的。孔拉克公司的产品在笔划式单色 CRT 监视器向光栅扫描彩色监视器过渡的历史时期起了重要的作用。

近二十年来，孔拉克公司生产的监视器在广播电视工业界一直起着仲裁或相当于标准铂尺的作用。为了保证播放的质量，国内几乎每一个主要的电视台仍然还在采用孔拉克的监视器。每当出现任何有关色彩、摄象机或者电视信号本身的质量问题或分歧时，通常都是参考孔拉克监视器来解决的。

随着计算机图形显示技术在实验室里的逐步形成和商品化，孔拉克公司一开始就惊奇地发现，所生产的监视器有一半以上用于这一新的应用领域。公司还发现，从此它将与新的几乎毫无电视或 CRT 技术基础的系统设计人员或用户打交道。同时，公司也需要引进新的用于贮存图象和产生特殊效果的数字器件来改造已有的广播工业基础。孔拉克公司将模拟和数字两个不同技术领域结合在一起。很明显，这里在术语和概念上需要进行交流。《光栅图形学手册》一书就是孔拉克公司为了满足这一要求而撰写的。

计算机图形学在它的发展过程中不仅成为计算机技术的一个重要分支，而且已成为文化事业和我们观察世界媒介的一个重要组成部分。自本书第一版问世以来，要求更好地介绍和了解这一新技术的呼声急剧增长。为了满足这一要求，本手册的第二版就应运而生了。

E. V. 丹森

于加利福尼亚州拉克娜海滨

目 录

第一章 本手册的目的和范围	1
1.1 相互促进	1
1.2 孔拉克公司的作用	2
1.3 “光栅图形学”	3
1.4 图形系统	6
第二章 显示原理和技术	11
2.1 显示器的分类	11
2.2 对显示器的要求	14
2.2.1 清晰度	15
2.2.2 亮度	16
2.2.3 反差	17
2.2.4 发光度测量	20
2.2.5 颜色和色反差	29
2.2.6 显示器的分辨率	35
2.3 显示元素的分时访问	41
2.4 寻址技术	42
2.5 常规 CRT	45
2.6 存储管 CRT	49
2.7 矢量式刷新监视器	52
2.8 光栅扫描监视器	54
2.9 系统分辨率	56
第三章 功能和任务	59
3.1 世界空间	60
3.2 构造模型和取景	61
3.3 分段	63
3.4 二维和三维	64
3.5 坐标变换	66

3.5	多次变换	72
3.7	缩放、平移和旋转	74
3.8	数据输入	77
3.8.1	贮存的输入数据	79
3.8.2	实时输入的数据	80
3.9	造型操作	81
3.9.1	数据的不同用途	82
3.9.2	硬件和软件	83
3.10	世界数据库	83
3.10.1	图形元素和属性	84
3.11	取景操作	85
3.11.1	图象段	85
3.11.2	二维取景操作	86
3.11.3	三维取景操作	88
3.12	显示存储器	92
3.12.1	多存储平面	94
3.13	显示光标	95
3.14	显示操作	98
3.15	操作员的反馈	99
3.15.1	回答信号	99
第四章	光栅图形学软件	101
4.1	软件标准	102
4.2	Core 系统	103
4.2.1	Core 的控制功能和描述功能	104
4.2.2	Core 的坐标功能和取景功能	106
4.2.3	Core 的输出图形元素功能	108
4.2.4	Core 图形元素的属性功能	109
4.2.5	Core 的图形段属性功能	111
4.2.6	Core 的输入设备功能	112
4.2.7	Core 的查询功能	115
4.2.8	Core 元文件	116
4.3	GKS	117
4.3.1	GKS 的控制和描述功能	120

4.3.2	GKS 的坐标和取景功能	122
4.3.3	GKS 输出图形元素的功能	123
4.3.4	GKS 图形元素的属性功能(非约束属性)	123
4.3.5	GKS 图形元素的属性功能(可作为约束属性)	125
4.3.6	GKS 图形段的属性功能	126
4.3.7	GKS 工作站的属性功能	127
4.3.8	GKS 输入设备功能	128
4.3.9	GKS 图形段的存贮功能	131
4.3.10	GKS 的查询功能	132
4.4	VDM	135
4.4.1	VDM 的控制和描述段成分	136
4.4.2	VDM 的输出图形元素成分	139
4.4.3	VDM 元素属性成分(非约束属性)	140
4.4.4	VDM 元素属性成分(约束属性群)	142
4.4.5	DM 外部成分	144
4.5	IGES	144
4.5.1	IGES 几何实体	145
4.5.2	IGES 注释实体	148
4.5.3	IGES 结构和定义实体	150
4.6	VDI	155
4.7	NAPLPS	156
4.7.1	NAPLPS 控制码	156
4.7.2	NAPLPS 图形/正文集合	160
4.7.3	NAPLPS 的 PDI 元素	161
4.7.4	NAPLPS PDI 控制命令	165
第五章	智能的分配	168
5.1	软件划分	168
5.2	性能的范围	169
5.3	图形终端	172
5.4	图形控制器	173
5.5	“对话”软件	175
第六章	辅助设备和外围设备	183
6.1	键盘	183

6.1.1	编码输出	184
6.1.2	键盘的专用特性	186
6.1.3	键盘的逻辑功能	187
6.2	开关和电位差计	187
6.3	数字化板	187
6.3.1	数字化板的功能	189
6.3.2	数字化板的工艺技术	190
6.4	光笔	193
6.5	硬拷贝输出设备	194
第七章	图形控制器的设计	196
7.1	控制器类别	197
7.2	显示存储器	198
7.2.1	字符映射存储器	198
7.2.2	矢量映射存储器	200
7.2.3	位映射存储器	200
7.2.4	线映射存储器	202
7.2.5	位平面存储器	202
7.3	查色表	205
7.4	控制器的结构	207
第八章	监视器的接口	209
8.1	光栅的同步	210
8.1.1	水平和垂直同步脉冲	212
8.1.2	无闪烁刷新频率	214
8.1.3	隔行光栅线	215
8.1.4	场的重叠	217
8.2	显示信号	218
8.2.1	合成显示信号	221
8.2.2	显示信号和同步信号的幅度	222
8.2.3	r校正	224
8.3	彩色信号	225
8.3.1	颜色编码	227
8.4	电视接收机	230
8.5	特殊性能监视器	232

8.6	输入信号的转换	233
8.6.1	非合成单色信号(A)	234
8.6.2	非合成 RGB 彩色信号(B)	235
8.6.3	非合成的 NTSC 制式彩色信号(C)	237
8.6.4	合成单色信号(D)	238
8.6.5	合成 RGB 彩色信号(F)	239
8.6.6	合成 NTSC 彩色信号(F)	241
8.6.7	射频 RF 调制单色信号(G)	242
8.6.8	射频 RF 调制 NTSC 制式彩色信号(H)	243
第九章	监视器的评价及选择	245
9.1	宽高比和屏幕的朝向	246
9.2	光栅线的朝向	247
9.3	屏幕大小	248
9.4	显示器的分辨率	250
9.4.1	显示器的滤色镜	252
9.5	彩色监视器的分辨率	253
9.5.1	彩色信号分辨率	258
9.6	监视器性能的提高	260
第十章	人-机接口	262
10.1	眼睛的结构	263
10.2	颜色检测	264
10.3	眼睛的转动	265
10.4	视觉的敏锐性	266
10.5	视觉的滞留	267
10.6	视野	267
10.7	视距	268
10.8	视角	268
10.9	图形编排	269
10.10	图形编排的舍和取	270
10.11	疲乏	272
10.12	人工控制	273
10.13	控制器的位置和布局	274
附录A	名词简介	275

附录B	显示信号标准	302
B.1	EIA RS-170 标准.....	302
B.1.1	阻抗.....	302
B.1.2	输出端直流电流.....	303
B.1.3	极性.....	303
B.1.4	合成显示信号.....	303
B.1.5	几何畸变.....	306
B.1.6	分辨能力.....	306
B.1.7	宽高比.....	306
B.1.8	同步信号允许偏差.....	307
B.2	EIA RS-330 标准.....	307
B.2.1	分辨能力.....	310
B.2.2	同步信号允许的偏差.....	310
B.3	EIA RS-343 标准.....	310
B.3.1	合成显示信号.....	311
B.3.2	分辨能力.....	311
B.3.3	宽高比.....	311
B.3.4	同步信号允许的偏差.....	313
B.4	彩色编码信号标准.....	315
附录C	颜色编程设计	320
C.1	HIS 与 DLP.....	321
C.2	HIS 与 RGB.....	322
C.3	RGB 与 CMY.....	323
C.4	γ 校正.....	324
C.5	颜色三角形.....	325
C.6	校准到“白色”.....	327
C.7	笛卡儿颜色坐标.....	329
C.8	CIE 颜色定义系统.....	330
C.9	颜色的“权值”.....	333
C.10	CIE 到 RGB 的转换公式.....	335
C.11	灰度亮度.....	339
C.12	CIE 到 RGB 转换的图解表示.....	341
C.13	颜色的组合.....	344

C.14	主波长	345
C.15	色纯度	347
C.16	HS 到 RGB 的变换	348
C.17	均匀色品度标度	352
参考文献		355
索引		356

第一章 本手册的目的和范围

数字计算机和模拟电视两种不同技术结合形成的“光栅图形学”，已成为八十年代商业、科学、工业、教育以及家庭娱乐等应用领域产生视觉图象的主要技术。

光栅扫描 CRT 字符显示器已经成为计算机用户与其硬件/软件系统之间的主要通讯设备。随着计算机装机数量在世界范围内成百万台地增长，通过视频这一具有生命力的接口手段，使得利用单色和全彩色图象来加强信息传递的趋向发展十分迅速。

电视工业本身也发生了很大的变化。计算机生成的字幕、图形和特技镜头已经改变了新闻报道和商业广告的形式。现在，计算机处理技术的引入正在使电视信号本身发生变化。电视摄象机和接收机是模拟设备，但是，数字技术可以显著地改善（或恢复）光栅显示器图象的质量。计算机控制的全数字演播室和电视设备将很快问世。

1.1 相互促进

计算机和电视两种技术都因互相利用对方的成就而受益。计算机生成光栅图形的基本显示设备是 CRT 监视器，这是标准电视接收机应用于非广播场合的例子。几十年大规模生产的经验已经改善了接收机的 CRT 和光栅扫描电路的性能，并使它们成为高度可靠和价格合理的器件，只要对它们稍作改进就可以应用于计算机。（当应用于低性能的字符图形显示器场合时，对 CRT 组装的要求实际上还可以低一些，以进一步节省材料和降低组装成本。）

然而几年以前，计算机系统的设计人员一直未能充分发挥光栅图形学的全部潜力。光栅扫描技术的最主要特点——清晰的细

节,电影一样的动画效果,以及无限的色彩表现力——是要求系统具有大容量的随机存取存储器 and 动画显示所要求的为显示任务所专用的高速计算能力。因此,只有少数特殊的诸如医疗仪器和飞行模拟等应用领域有能力购买这类硬件设备。

计算机工业内的技术竞争已使图形系统的设计人员不受上述限制的约束。大规模集成电路技术使存储器芯片的价格成百倍地下跌。大多数显示程序中那些高度重复的任务可以采用现成的硬件功能发生器来完成。控制功能和时序可以由各种低成本微处理器来完成。不难预料,光栅图形显示技术的开发,必将使计算机图形学成为发展迅速的计算机工业中增长速度最快的一个分支。

同样,电视系统的设计人员也在迅速地利用计算机硬件技术的最新成就。早期的数字处理技术只能在存储器中贮存几行扫描线的光栅数据,并即时作出显示。现在,新的低成本的存储器模块可以经济地贮存数帧图象,并在计算机控制下对图象进行各种变换操作。气象图可以进行动态显示,教师可以在闭路电视显示的教材中加入自己的内容,广告公司可以在商业广告中重新编排画面直到满意为止。

最重要的是电视技术和计算机图形硬件之间的差距几乎已经消失。利用现成的转换模块可以实现两者之间的连接。这意味着计算机图形学可以直接采用电视技术中所有新的数字(或模拟)功能模块来扩大它的潜力,在这方面探索还刚刚开始。

1.2 孔拉克公司的作用

孔拉克公司出版《光栅图形学手册》的主要目的在于进一步促进电视技术和计算机技术之间的相互交流。事实上,孔拉克公司所属的孔拉克分部在上述两个技术领域处于领先和触媒地位已有很多年了。孔拉克公司曾为最早的实用的计算机控制系统之一提供过图形显示设备,在长达四分之一世纪以上的年代里,孔拉克公司已经成为国内高性能电视监视器的最大供应者。

光栅图形技术的发展已把孔拉克公司内部具有悠久历史的两种技术优势融为一体。监视器仅仅是整个图形系统的一个组成部分，本手册的内容说明了这一事实。本书是孔拉克公司工程技术人员根据所掌握的整个光栅图形学领域的知识和技术基础进行编写的，而与孔拉克公司的具体产品无关。

本书的重点在于介绍以计算机为基础的系统设计原理，并随时将电视的设计概念、设备和标准等问题结合在一起讨论。书中尽可能采用两个学科中统一的技术术语。作者们还介绍了一些从表面上看来似乎与光栅图形学毫无关系的思想和设备。属于这一类的内容包括有关电子游戏、电缆电视网以及传真系统的电路原理和硬件。

本手册要求读者熟悉计算机技术基础，其主要对象是从事光栅图形系统设计的技术人员。本书的目标是尽可能广泛地介绍这一迅速发展之技术的最新成就，与此同时，将指出影响未来图形系统设计的发展方向。

当读者在评估目前市场上提供的各种系统的性能时，本书是一本有价值的参考手册。光栅图形系统的价格高低不一，从几百美元到五六十万美元不等。自然，这里有很多经济上的折衷方案可供选择，但是在作出某种权衡决定时应考虑该方案是否会限制所选系统的今后发展余地。同时还需考虑各种性能指标，其中有些指标，可能没有技术意义，但在主观意义上讲，都是必须的。除技术因素以外，人的因素是一个主要变量，在权衡每一个光栅图形系统时，可能是最主要的变量。

1.3 “光栅图形学”

高性能和价格适中的光栅扫描 CRT 显示器的出现需要对一些术语重新进行定义。“计算机图形学”这一名词最初是与 X-Y 绘图仪联系在一起的。它很快发展为包括以矢量生成硬件为基础的刷新式矢量图形(线画)CRT 系统,以及稍后一些出现的直视存