

学习指导与习题解答

Schaum's Outline of Theory and Problems of Computer Graphics Second Edition



计算机图形学 学习指导与习题解答 (第2版)

Zhigang Xiang Roy A. Plastock 著

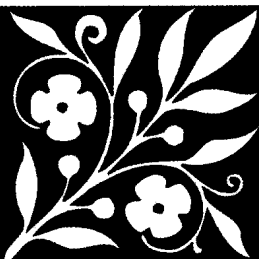
龚亚萍 等译

清华大学出版社

学习指导与习题解答

Schaum's Outline of Theory and Problems of Computer Graphics

Second Edition



计算机图形学

学习指导与习题解答
(第2版)

Zhigang Xiang Roy A. Plastock 著
龚亚萍 等译

清华大学出版社
北京

Zhigang Xiang, Roy A. Plastock

Schaum's Outline of Theory and Problems of Computer Graphics, Second Edition

EISBN:978-0-07-135781-5

Copyright ©2010 The McGraw-Hill Companies, Inc.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and Tsinghua University Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2010 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of the Singapore Branch of The McGraw-Hill Companies, Inc. and Tsinghua University Press.

版权所有。未经出版人事先书面许可,对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播,包括但不限于复印、录制、录音,或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权中文简体字翻译版由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司和清华大学出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内(不包括中国香港、澳门特别行政区和台湾地区)销售。

版权© 2010 由麦格劳-希尔(亚洲)教育出版公司与清华大学出版社所有。

北京市版权局著作权合同登记号 图字:01-2009-5236 号

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机图形学学习指导与习题解答:第2版/(美)相志钢,(美)普拉斯托克(Plastock, R. A.)著;龚亚萍等译. —北京:清华大学出版社,2011.1

书名原文:Schaum's Outline of Theory and Problems of Computer Graphics, Second Edition

ISBN 978-7-302-23851-5

I. ①计… II. ①相… ②普… ③龚… III. ①计算机图形学—高等学校—教学参考资料
IV. ①TP391.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 180872 号

责任编辑:龙啟铭

责任校对:焦丽丽

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

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

社 总 机:010-62770175

投稿与读者服务:010-62795954, jsjic@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

邮 购:010-62786544

印 装 者:北京市清华园胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印 张:20.75

版 次:2011 年 1 月第 1 版

印 数:1~3000

定 价:39.50 元

字 数:437 千字

印 次:2011 年 1 月第 1 次印刷

产品编号:034578-01

译者序

计算机图形学是使用数学算法将二维或三维图形转化为计算机显示器的栅格形式的科学。简单地说,计算机图形学主要是研究如何在计算机中表示图形以及利用计算机进行图形计算、处理和显示的相关原理与算法。

在计算机图形学之前,计算机主要是符号处理系统。20世纪60年代,Ivan Sutherland在美国麻省理工学院发表的博士论文“画板”,标志着计算机图形学的正式诞生。经过多年发展,计算机图形学已经应用到众多领域,与人们的生活密不可分。

本书介绍计算机图形学的基本原理,内容全面丰富。主要内容有:

第1章讲解计算机图形学的基本概念和概念之间的关系。

第2章“图像表示”介绍计算机图形学最常用的颜色定义方法、图像表示方法、图像输出设备的主要工作原理、存储和传输图像的主要文件格式、最基本的图形操作以及实现可视化曼德布洛特集合使用的数学背景和算法细节。

第3章“扫描转换”说明扫描转换的数学和算法,讨论几种常用基本图元的有效处理方法。

第4章“二维变换”详细介绍三种基本变换:平移、旋转和缩放,并讲解通过一系列基本变换构成的组合变换。

第5章“二维观察与裁剪”讲解将从WCS下的对象坐标转换到规范设备坐标的过程以及点裁剪、线段裁剪和多边形裁剪。

第6章“三维变换”的概念和变换是在第4章二维变换的基础上做三维。

第7章“数学投影”介绍物体投影以及透视投影和平行投影的特点和用数学方法描述的投影过程。

第8章“三维观察与裁剪”主要讨论三维观察参数的定义、三维裁剪策略和算法、三维观察过程以及典型的三维图形处理流程的运行结构。

第9章“几何表示”主要介绍物体的几何表示。

第10章“隐藏面消隐”介绍求解隐藏面消隐问题以及隐藏面消隐算法。

第11章“颜色与着色模型”讲解光与颜色感知的关系,说明如何模拟光源照射在物体上的效果,并介绍几个实用技术:多边形网格模型的阴影处理和表面纹理的处理。

第12章“光线跟踪”介绍光线跟踪的基本原理和算法,说明光线的参数向量表示、光线与物体表面求交的数学方法、提高执行效率的技术、图形保真技术以及视觉效果的实现方法。

附录中提供了二维和三维数学基础知识。

本书详细说明重要知识点,用丰富的例子,让读者全面透彻地理解和掌握概念。每章最后都有大量习题和补充题,覆盖面广,难易适中,并给出详尽答案,使读者能举一反三,灵活运用理论知识解决实际问题,并检验知识的掌握程度。

本书主要由龚亚萍翻译,参加翻译工作的人员还有李志云、李晓春、陈安华、侯佳宜、许伟、戴文雅、于樊鹏、刘朋、王嘉佳、邓卫、邓凡平、李波、程云建、许晓哲、朱珂、韦笑、孙宏、李腾、陈磊、魏宇、周京平、徐冬、冯哲、李绯、李强、赵东辉等人。在此表示感谢。



在我们生活的这个世界中,科技在飞速发展,计算机图形学也不例外。近年来,人们越来越关注计算机图形学。每台计算机几乎都有图形用户界面,用户与计算机系统之间可通过文字或图形方式交互;无论老幼,人们对最新科技辅助制作的电影和视频游戏都颇感兴趣;在电视广告中,也会看到计算机图形学的神奇之处。

本书可单独作为有关计算机图形学基本原理的教材,它还是有价值的参考书。本书面向学习目标,讨论计算机图像生成过程中的重要概念、数学基础知识以及实现的算法。书中有数百道习题与解析,可帮助读者更深入地理解图形学概念,另外,还有许多实例辅助说明解题技巧。

尽管本书主要读者对象是计算机科学或计算机工程专业的学生,但只要希望了解计算机图形学,就能利用本书入门。要学习本书,需要了解如下知识:计算机系统的简单工作原理,相当于一两个学期的程序设计,初步掌握数据结构和算法以及线性代数和解析几何。

计算机图形学领域有两个特点,一是最新应用的技术发展迅速,二是图形系统层出不穷。图形硬件的生命周期越来越短,计算机图形学的工业标准更替频繁,一种标准还没制订完成就可能已经过时,上学期间流行的设计图形应用程序的编程语言,毕业时可能已经要被淘汰了。

本书讲解计算机图形学领域相对持久的关键知识。书中清晰地解释基本概念以及它们之间的相互关系,不涉及与高级设备或计算环境相关的信息。这里讨论计算机图形学的整体框架,重点说明数学知识和算法实现。算法用伪代码表示,不用特定的编程语言。所有示例都有详细的说明,可以轻松转换为特定计算机系统的工作版本。

基于这种编写原则,所有读者均能从中获益。如果您只想了解计算机图形学,不去做具体实现,那么,可以将本书作为一本入门读物;对于相关专业的教师和学生,可将本书作为任何基础教材的补充参考;对于从事计算机图形学的人员,因为本书易于理解,没有图形系统程序员手册那么晦涩难懂,所以,可以将本书作为实践路途中的垫脚石。

迄今为止,本书第1版已发表了10多年。非常感谢做了大量基础工作的合作者。此版本在原有版本的基础上做了许多改进,有的章节完全更新,其他章节也有修改。希望本书能为读者带来帮助。

感谢您慧眼识珠选择本书,希望本书物有所值,在您的工作和学习生涯中助您一臂之力。

Zhigang Xiang



第 1 章 计算机图形学基础	1
1.1 概述	1
1.1.1 图像处理	4
1.1.2 人机交互	4
1.2 本书概述	4
第 2 章 图像表示	5
2.1 RGB 颜色模型	5
2.2 直接编码	7
2.3 查找表	7
2.4 显示器	8
2.4.1 彩色显示器	9
2.5 打印机	10
2.5.1 半色调	10
2.5.2 半色调逼近	10
2.5.3 抖动	12
2.5.4 误差扩散	12
2.6 图像文件	13
2.7 设置像素的颜色属性	14
2.8 综合实例：可视化曼德布洛特集合	15
2.8.1 朱里阿集合	17
习题与解析	17
补充题	22
第 3 章 扫描转换	23
3.1 扫描转换点	23

3.2	扫描转换直线	24
3.2.1	直接使用直线方程	24
3.2.2	DDA 算法	24
3.2.3	Bresenham 画线算法	25
3.3	扫描转换圆	27
3.3.1	定义圆	27
3.3.2	Bresenham 画圆算法	28
3.3.3	中点画圆算法	30
3.3.4	任意圆心位置的圆	31
3.4	扫描转换椭圆	32
3.4.1	多项式定义椭圆	32
3.4.2	极坐标定义椭圆	32
3.4.3	旋转椭圆轴	33
3.4.4	中点画椭圆算法	33
3.5	弧和扇形弧的扫描转换	36
3.5.1	扇形	37
3.6	矩形的扫描转换	38
3.7	区域填充	38
3.7.1	4 连通和 8 连通	39
3.7.2	边界填充算法	39
3.7.3	扩散递归区域填充	40
3.7.4	扫描转换算法	40
3.8	扫描转换字符	42
3.8.1	位图字体	42
3.8.2	轮廓字体	42
3.9	消除锯齿	43
3.9.1	阶梯形	43
3.9.2	亮度不等	43
3.9.3	细节失真问题	43
3.9.4	消除锯齿技术	44
3.9.5	预过滤和后过滤	44
3.9.6	区域采样	44
3.9.7	超取样	45
3.9.8	低通滤波	45

3.9.9 像素移相	46
3.10 综合实例：递归定义的图形	46
3.10.1 C 曲线	46
3.10.2 Koch 曲线	47
3.10.3 Sierpinski 三角形	47
习题与解析	48
补充题	61
第 4 章 二维变换	62
4.1 几何变换	62
4.1.1 平移变换	62
4.1.2 绕原点旋转变换	63
4.1.3 相对原点的缩放变换	63
4.1.4 关于坐标轴的镜面反射变换	64
4.1.5 几何逆变换	64
4.2 坐标变换	64
4.2.1 平移变换	64
4.2.2 绕原点旋转变换	65
4.2.3 相对原点的缩放变换	65
4.2.4 关于坐标轴的镜面反射变换	65
4.2.5 坐标逆变换	66
4.3 组合变换	67
4.3.1 基本变换的矩阵表示	67
4.3.2 矩阵连接	68
4.3.3 矩阵表示注意事项	69
4.4 图例变换	69
4.4.1 嵌套图例和多级结构	70
习题与解析	71
补充题	80
第 5 章 二维观察与裁剪	82
5.1 窗口到视区映射	83
5.2 点裁剪	84
5.3 线段裁剪	84

5.3.1	Cohen-Sutherland 算法	84
5.3.2	中点分割算法	86
5.3.3	Liang-Barsky 算法	87
5.4	多边形裁剪	88
5.4.1	凸多边形裁剪窗口	88
5.4.2	Sutherland-Hodgman 算法	89
5.4.3	Weiler-Atherton 算法	90
5.5	综合实例: 二维图形处理流程	91
5.5.1	摇移和缩放	93
5.5.2	双缓冲区	93
5.5.3	查找表动画	93
	习题与解析	93
	补充题	105
第6章	三维变换	106
6.1	几何变换	106
6.1.1	平移	106
6.1.2	缩放	106
6.1.3	旋转	107
6.1.4	绕 z 轴旋转	107
6.1.5	绕 y 轴旋转	107
6.1.6	绕 x 轴旋转	107
6.2	坐标变换	108
6.3	组合变换	109
6.4	图例变换	109
	习题与解析	110
	补充题	116
第7章	数学投影	118
7.1	投影分类	118
7.2	透视投影	119
7.2.1	基本原理	119
7.2.2	透视投影的数学描述	119
7.2.3	透视异常	120

7.3 平行投影	122
7.3.1 基本原理	122
7.3.2 平行投影的数学表示	122
习题与解析	123
补充题	139
第8章 三维观察与裁剪	140
8.1 三维观察	140
8.1.1 指定视平面	140
8.1.2 视平面坐标	140
8.1.3 指定观察体	142
8.2 裁剪	143
8.2.1 通过有限观察体裁剪	143
8.2.2 裁剪策略	144
8.2.3 裁剪算法	146
8.3 观察变换	146
8.3.1 规范化观察坐标	146
8.3.2 屏幕投影平面	146
8.3.3 构造三维观察	147
8.4 综合实例：三维图形处理流程	147
习题与解析	148
补充题	161
第9章 几何表示	162
9.1 简单的几何形体	162
9.1.1 点和线	162
9.1.2 折线	162
9.1.3 多边形	162
9.2 线框模型	163
9.2.1 多边形网格模型的表示	163
9.2.2 多面体表示	164
9.2.3 线框模型的优缺点	164
9.3 曲面表示	164
9.4 曲线绘制	164

9.5	多项式基函数	165
9.5.1	三次 Hermite 多项式	165
9.5.2	B 样条	166
9.5.3	Bernstein 多项式	166
9.6	插值问题	167
9.6.1	拉格朗日多项式插值	167
9.6.2	三次 Hermite 插值	167
9.6.3	样条插值	168
9.7	逼近问题	169
9.7.1	Bézier-Bernstein 逼近	169
9.7.2	Bézier-Bernstein 逼近特性	169
9.7.3	贝塞尔-B 样条逼近	170
9.7.4	闭合曲线	170
9.7.5	贝塞尔-B 样条逼近的特性	171
9.8	曲面绘制	171
9.8.1	有向网格	171
9.8.2	插值面片	172
9.9	曲线和曲面变换	173
9.10	二次曲面	174
9.10.1	球体	174
9.10.2	椭圆体	174
9.10.3	单体双曲面	174
9.10.4	双体双曲面	174
9.10.5	椭圆柱体	175
9.10.6	椭圆抛物面	175
9.10.7	双曲抛物面	176
9.11	综合实例: 地形图生成	176
9.11.1	中点位移	176
9.11.2	Brownian 碟形分布	177
	习题与解析	178
	补充题	182
第 10 章	隐藏面消隐	183
10.1	深度比较	183
10.2	Z-缓冲区算法	185

10.3	后向面消隐	186
10.4	画家算法	186
10.4.1	指定优先级	187
10.4.2	测试 P 是否遮挡 Q	187
10.4.3	算法	188
10.5	扫描转换算法	188
10.5.1	y 扫描	188
10.5.2	x 扫描	188
10.5.3	连贯性类型	189
10.5.4	扫描线算法	189
10.6	细分算法	191
10.6.1	环绕多边形隐藏的多边形消隐	192
10.6.2	细分算法	193
10.7	消除隐藏线	193
10.8	绘制数学曲面	193
10.8.1	绘制曲面的周长算法	194
10.8.2	可见性测试	195
10.8.3	绘制数学曲面的 Wright 算法	195
	习题与解析	196
	补充题	211
第 11 章	颜色与着色模型	212
11.1	光与色	212
11.1.1	光的基本特征	213
11.1.2	广义三原色理论	213
11.1.3	CIE XYZ 颜色模型	214
11.1.4	CIE 色度图	214
11.1.5	颜色域映像	215
11.1.6	NTSC YIQ 颜色模型	216
11.2	Phong 模型	216
11.3	插值的着色方法	218
11.3.1	恒量着色	218
11.3.2	Gouraud 着色	219
11.3.3	Phong 着色	220

11.4	纹理	220
11.4.1	投影纹理	220
11.4.2	映射纹理	221
11.4.3	实体纹理	222
	习题与解析	223
	补充题	229
第12章	光线跟踪	231
12.1	单孔摄影	231
12.2	递归的光线跟踪算法	232
12.3	光线的参数向量表示	234
12.4	光线与物体表面求交	234
12.4.1	与坐标系平面求交	234
12.4.2	与任意平面求交	235
12.4.3	与球面求交	236
12.4.4	与一般隐式表示的曲面求交	237
12.5	执行效率	237
12.5.1	自适应深度控制技术	237
12.5.2	包围盒技术	238
12.5.3	多层包围盒技术	238
12.5.4	空间相关性技术或空间再分技术	238
12.6	图形保真	239
12.6.1	超取样	239
12.6.2	自适应超取样	239
12.6.3	随机超取样	239
12.7	其他视觉效果	239
12.7.1	环境映射	239
12.7.2	软阴影	240
12.7.3	模糊反射	240
12.7.4	半透明	240
12.7.5	运动模糊	241
	习题与解析	241
	补充题	249

附录 A 二维计算机图形数学	251
A.1 二维笛卡儿坐标系	251
A.1.1 在笛卡儿坐标系中测量距离	252
A.1.2 在笛卡儿坐标系中测量角度	252
A.1.3 描述笛卡儿坐标系中的直线	252
A.1.4 曲线与参数方程	253
A.2 极坐标系	254
A.2.1 坐标系转换	254
A.3 向量	255
A.3.1 向量属性	255
A.3.2 坐标向量和分量	256
A.3.3 点积	257
A.4 矩阵	257
A.4.1 矩阵运算特征	257
A.4.2 逆矩阵和单位矩阵	259
A.5 函数和变换	259
A.5.1 函数图形	260
A.5.2 复合函数	260
A.5.3 反函数	261
习题与解析	261
附录 B 三维计算机图形数学	274
B.1 三维笛卡儿坐标	274
B.1.1 方向	274
B.1.2 右手规则	274
B.1.3 三维空间中点的笛卡儿坐标	275
B.1.4 距离公式	275
B.2 三维曲线和三维曲面	275
B.2.1 三维曲线	275
B.2.2 三维曲面	276
B.3 三维向量	277
B.3.1 直线的向量方程	279
B.3.2 平面的向量方程	279

B.4 齐次坐标系	280
B.4.1 二维投影面	280
B.4.2 投影面上点和线的齐次坐标	281
B.4.3 齐次坐标与笛卡儿坐标的关系	281
B.4.4 三维投影面和齐次坐标	282
习题与解析	282
补充题答案	292