

美国哈佛大学麻省理工学院 CAD 必修教材

数字设计媒体

第二版

〔美〕 William J. Mitchell 著
Malcolm McCullough

王国泉 霍新民 译

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

数字 设计 媒体

Digital Design Media

William J. Mitchell and Malcolm McCullough

COPYRIGHT (c) 1995 by Heinle & Heinle, A Division of International Thomson Publishing Inc.

ALL RIGHTS RESERVED. No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording, or any information storage and retrieval system, without permission, in writing, from the Publisher.

本书中文版由 I T P Press 授权清华大学出版社出版。

北京市版权局著作权合同登记号: 01-96-0174

未经出版者书面允许,不得以任何方式复制或抄袭本书的内容。
本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签,无标签者不得销售。

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内,邮编 100084)

印刷者: 北京市通县人民文学印刷厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787x 1092 1/16 印张: 21.75 字数: 507 千字

版 次: 1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-02581-9/TP · 1318

印 数: 0001 ~ 4000

定 价: 36.00 元

译者序言

本书作者 W·J·密契尔是美国麻省理工学院建筑与规划学院院长,长期从事建筑设计中电脑应用研究,著有多部专著,是国际上公认的建筑 CAD 权威。本书是哈佛大学和麻省理工学院的 CAD 必修教材,是作者近年来的代表性著作,畅销美国。

密契尔教授与中国建筑学会有密切的交往,是我国建筑界熟悉的老朋友。

1985 年,密契尔教授作为在北京召开的“电脑在设计中的应用国际学术交流会”的主题发言人,以“CAAD(计算机辅助建筑设计)的五代更新”为题,为我国建筑界 CAAD 的开拓起了指导作用。

1993 年在北京图书馆举行的大型学术报告会上,密契尔教授全面介绍了国际上 CAAD 的最新技术,同时赠送了我们刚刚出版的本书第一版本。

1995 年在北京国谊宾馆举行的大型学术报告会上,密契尔教授介绍了多媒体和网络技术,把经过美国哈佛大学和麻省理工学院三年试用后的补充修订版本——本书的第二版赠送给了我们,并且正式签订了委托书,委托王国泉女士全面负责本书在中国的翻译和出版。

实际上,我们是从 1993 年开始阅读本书的,在翻译过程中,深深被本书的内容所吸引,越来越体会到了它的份量所在。通过具体实例,作者全面系统地介绍了 CAD 的前沿理论,从一维媒体到超媒体,涉及表面渲染、实体组装、运动模型、动画、造型、集成化设计环境、数据库管理、设计工具投资、21 世纪虚拟设计室等诸多方面。取材新颖,内容广泛,语言生动,思路清晰,结构严谨。书中的 500 多幅插图,实际上是当今 CAD 绘图作品的精品汇集。书后附有 300 多条目的技术术语表,便于读者对照查阅。

建筑师和设计专业人员通过阅读本书,会对计算机辅助设计的多维世界形成一个完整的概念。与许多介绍特定软件使用方法而时效性很强的著作不同,《数字设计 媒体》是一部理论和实际完美结合的著作,读者可以从整体的高度,掌握计算机辅助设计的要领,无论现在还是将来都不会过时,这也是本书在设计专业人员、研究生及在校生中畅销的原因之一。

本书的翻译工作第 1, 7, 8, 9, 10, 11, 17, 18, 19, 20 章由王国泉完成,第 2, 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 15, 16 章由霍新民完成。

感谢为本书的问世付出了辛勤劳动的编排审校和出版人员。

鉴于时间紧促,译者水平所限,不足之处在所难免,恳请读者指正。

译者 1997 年元月 于北京

第一版前言

未来的历史学家绝不会忘记 2000 年。到 2000 年,计算机就会成为建筑师、城市设计师和园林设计师手中完成实际设计工作的标准工具。处于 90 年代的富于创造性的设计师们面临着严峻的挑战,那就是,加深理解设计环境的深刻变革,明确表明自己对这一变革的态度,并鉴于此去寻求一种切实可行的方法以付诸实施。

本书通过对计算机辅助设计媒体进行简单扼要而又注重实际的介绍,旨在激励设计师对此进行必要的探索和认真的思考。鉴于此,我们并没有赘述当前计算机辅助设计系统的技术细节,也没有罗列有关计算机辅助设计系统实际应用的民间传说(因为在本书出版之前,这些信息已经屡见不鲜),而是在引入了一些基本概念后,借助实例加以说明。

设计师们始终持有这样的观点,即设备与技术是贯彻重要设计意图的工具,而不是计算机科学技术基本原理的注释(当然,在需要的地方,对关键的技术性概念加以解释也是完全必要的)。在讨论每一种重要类型的计算机辅助系统的时候,我们将介绍它为建立和管理设计提供的部件以及操作,向设计师提供的即时反馈的形式、所支持的报告和分析的种类、与其它类型系统连接的可能性,以及尤其适合其特色的设计任务。

W · J · 密契尔

M · 迈克库勒

1991 年于坎布里奇

第 二 版 前 言

在《数字设计媒体》第一版完稿后的三年内,这一领域出现了一些奇迹般的发展,本修订版旨在反映这些惊人的变化。新增加的一章“造型”,表明了这些技术在建筑设计和产品设计中具有越来越重要的应用价值。新增加的另外一章“虚拟设计室”,介绍了适合用于地域分布高度分散的设计组工作的数字通信、网络多媒体和电视会议。对第8章“多边形、平面图与地图”进行了全面修改,全面介绍了地理信息系统。应广大读者的要求,增加了“技术术语表”。同时对全书,尤其是每章后面的参考书目,进行了细致的修改。

在新版本修订过程中,我们广泛吸取了第一版的经验。在哈佛大学设计研究院和麻省理工学院建筑规划学院的本科生和研究生的基础课课程中,本书的第一版作为必修读本已经使用了三年。在此,我们感谢我们的学生和同仁向我们提出的许多见解和建设性的建议。

W·J·密契尔

M·迈克库勒

1994年于坎布里奇

致 谢

本书利用了哈佛大学设计研究院 Daedalus 网络的资料,使用 aldus Pagemaker 进行版面布置,利用 Aldus Freehand, Adobe Photoshop, Artish, Alias, AutoCAD, Autosolid 和 Computervision 绘制插图,字体是 Adobe Trump Medieval。

Wade Hokoda 绘制插图、解决问题并提供了主要技术咨询。Mark Rosen 提供了技术和后勤支援。Stephen Ervin 提供了材料和建议。C. Hax McCullough 贡献了他的图书设计的知识。Betty Bollinger 和 Robin Liggett 阅读了本书的草稿。Debra Edelstein 提出了编辑建议并改正了原稿中的错误。

对于第二版,我们要感谢 Frank O. Gehry Associates 的 James Glymph 提供的新图像。同时感谢 Takehiko Nagakura 和 Daniel Schodek 提供的意见和材料以及 Stephen Ervin 和 Wade Hokoda 的一贯支持。

许多插图是由哈佛大学设计研究院和麻省理工学院建筑规划学院的学生、教师和专家、教授提供的。某些插图放在我们的文件中已有很长时间,以致无法弄清它们的原作者。而有些插图是许多人共同完成的,也只能看作是共同的智力财富。对于不是由我们专为本书绘制的插图,尽力注明了它们的来源,但不可避免的意外疏漏在所难免,对此我们只能表示歉意。

本书插图作者表

封面	设计	Tim Moore.
	Hagia Sophia 模型	Sungah Kim
	光影渲染	Takehiko Nagakura
1.1	早期设计室	麻省理工学院博物馆。
1.3	鼠标器	Doug Cogger
5.10	数序标音系统	Alex McCullough
6.1	光强表面	Stephen Ervin
6.14	多重照片	Wade Hokoda
6.17	图素擦除	Wade Hokoda
6.18	入口草图	Jerzy Wojtowicz
6.28	网格图	Stephen Ervin
6.29	网格图	Stephen Ervin
6.30	网格图	Stephen Ervin

7.47	绘图效果	Dave van Bakergem
8.1	美国地图	Stephen Ervin
8.21	镶嵌图案	Stephen Ervin
8.22	投影方式	Stephen Ervin
8.29	专题地图	Stephen Ervin
8.37	地图查询	Georg Schrom
8.38	图像查询	Wade Hokoda
8.41	空间分析	Stephen Ervin
9.41	入口设计	Moore/ Ruble/ Yudell
10.12	双曲抛物面	Wade Hokoda
10.22	地形模型	Stephen Ervin
10.23	地形模型	Stephen Ervin
10.25	NURBS 表面裁剪	Wade Hokoda
10.30	Lambert 明暗处理	Bill Jepson
10.40	明暗处理效果比较	Evan Smyth
10.43	投影研究	Donald C. Cook
10.44	透明表面	Wade Hokoda
10.51	幅射渲染	John Goldsmith, Lauren Harvey, Diego Matho
10.54	纹理映像	Stephen Buerle
10.55	过程化纹理	Alex Aisenson
10.56	凹凸效果映像	Alex Aisenson
10.59	树	Bojana Bosanac
10.60	水面	Wade Hokoda
10.62	图像合成	Branko Kolarevic
10.63	图像再现	Wade Hokoda, Irene Lee
11.30	帆拱形体	Jeff Barneson
11.38	混凝土砌块	Charles Calvo
11.39	Exeter 图书馆	Talik Al-Chalabi
11.40	实体模型	Maia Engeli
11.43	教堂透视图	Sibylle Maurer, Kathleen Tark
12.17	Calder 活动雕塑	Daniel Tsai
13.5	转盘拍摄	Wade Hokoda
13.9	动画	Kazayuki Iwanaga, Yutaka Miyazaki
13.10	阴影	Chou Ta-Wei
13.12	立方体	Wade Hokoda
13.14	天际轮廓	John Danahy
13.15	漫游模型	Matthew Petrie
14.11	穹顶	Spiro Pollalis
16.19	语法规则	Milton Tan
16.20	语法规则	Milton Tan

- 16.21 演进 Milton Tan
- 17.9 Rock 的穹顶 Mohammad Al-Asad
- 17.11 安妮女王别墅 Jeff Heisserman
- 17.13 平面布置 Scogin, Elam and Bray
- 18.6 曲面展开 Girish Ramachandran
- 18.15 多轴切削 Frank O. Gehry Associates
- 18.16 双曲石筑工程 Frank O. Gehry Associates
- 18.31 工程中的 CAD/CAM Frank O. Gehry Associates
- 18.32 工程详图 Frank O. Gehry Associates
- 18.33 多轴切削 Frank O. Gehry Associates
- 19.3 Telnet 网络 Anne Beamish
- 19.4 文件传输协议 Anne Beamish
- 19.5 Gopher 检索程序 Anne Beamish
- 19.7 Mosaic 浏览程序 Anne Beamish
- 19.9 电视会议屏幕 Takehiko Nagakura
- 19.11 视窗 Takehiko Nagakura
- 20.1 早期技术 IBM 公司档案室 引自《Progressive Architecture》

目 录

第 1 章 第二次工业革命.....	1
1.1 三次革命	1
1.2 廉价智能的影响	2
1.3 软件与文化	3
1.4 新技术及其影响	3
1.5 明智的选择	4
参考书目.....	5
第 2 章 实用计算.....	6
2.1 计算机硬件	6
2.2 网络	7
2.3 操作系统	9
2.4 数据	9
2.5 数据结构与数据库.....	10
2.6 应用程序.....	12
2.7 用户界面.....	12
2.8 环境与比喻.....	14
参考书目	15
第 3 章 数字与数学模型	16
3.1 二进制表示.....	16
3.2 计数与整数.....	17
3.3 除法与有理数.....	18
3.4 开方与无理数.....	18
3.5 实数.....	19
3.6 定点表示与浮点表示.....	19
3.7 数值变量.....	20
3.8 算术运算.....	21
3.9 数值函数.....	21
3.10 数学模型	22
3.11 用过程型程序设计语言表示和求解模型	23
3.12 用电子表格表示和求解模型	24

3.13	用符号数学系统表示和求解模型	25
3.14	可行性与最优化	26
3.15	数学模型的解释和抽象	27
3.16	结论	29
	参考书目	29
第 4 章	词汇与文章	30
4.1	字符	30
4.2	单词	31
4.3	句子	31
4.4	完整的文本	32
4.5	显示和打印的格式控制	32
4.6	打印输出	33
4.7	文本分析	34
4.8	自动合成	34
4.9	结构层次及其意义	36
	参考书目	36
第 5 章	声音	37
5.1	抽样、量化与压缩	37
5.2	声音的数学表示	39
5.3	序列与标音法	40
5.4	声音序列的变换	42
5.5	语法和语法制导的编辑	43
5.6	放音	43
5.7	声音的分析	44
5.8	声音的识别	44
5.9	一维结构小结	44
	参考书目	45
第 6 章	图像	46
6.1	扫描与存储	47
6.2	低分辨率图像	47
6.3	高分辨率图像	48
6.4	图像压缩技术	49
6.5	灰度调整	50
6.6	数字图像的过滤	51
6.7	选择、裁剪与变换	53
6.8	图像的合成	54
6.9	修版与着色	56

6.10	扩展到彩色图像	58
6.11	显示与打印	60
6.12	图像档案	62
6.13	网格地图与空间分析	62
6.14	形状与字符的识别	64
6.15	位映射图像的用途与限制	64
	参考书目	65
第7章	线条绘制	66
7.1	坐标系	67
7.2	点的确定	67
7.3	线的类型	70
7.4	线链表示法	72
7.5	线的基本操作	72
7.6	几何制图	73
7.7	子形的选择、变换与复制	75
7.8	可重复使用的标准形状	78
7.9	参变过程	78
7.10	约束求解	80
7.11	面向语法的编辑	81
7.12	动态交互界面	82
7.13	图形的组织	83
7.14	图形的格式控制	84
7.15	图形的打印与绘制	86
7.16	自动测量与分析	87
7.17	二维图形的用途与限制	87
	参考书目	88
第8章	多边形、平面图与地图	90
8.1	多边形的表示与操作	90
8.2	多边形的并运算、运算交和差运算	92
8.3	多边形的显示与打印	92
8.4	构图	94
8.5	地图与镶嵌拼花图案	95
8.6	地图和平面图的拓扑表示	97
8.7	空间布局	99
8.8	多边形语法	101
8.9	地理信息系统	103
8.10	区域分析	104
8.11	多边形造型系统的用途与限制	105

参考书目.....	106
第9章 三维空间中的线.....	107
9.1 作图平面	107
9.2 玻璃板模型	109
9.3 三维几何变换	110
9.4 点的扫描	111
9.5 空间曲线	112
9.6 线框模型的构造	113
9.7 视图	114
9.8 正投影	115
9.9 轴测投影	116
9.10 斜投影.....	118
9.11 透视投影.....	118
9.12 裁剪与剖切.....	120
9.13 空间不确定性与深度暗示.....	121
9.14 由线框模型产生图形.....	123
9.15 尺寸控制.....	124
9.16 线框模型和视图的用途与限制.....	124
参考书目.....	125
第10章 表面与渲染	127
10.1 光的接收.....	127
10.2 表面片的插入.....	128
10.3 描扫操作.....	129
10.4 用平面片近似表示曲面.....	132
10.5 曲面补片.....	132
10.6 折片表面.....	136
10.7 地形表面.....	136
10.8 表面的相交与裁剪.....	137
10.9 渲染.....	138
10.10 可见表面的确定	138
10.11 基本明暗处理法	140
10.12 曲面的平滑明暗处理方法	143
10.13 投影、透明度与镜面反射.....	147
10.14 漫射整体照明效果	150
10.15 表面细节与纹理	152
10.16 自然现象与景观合成	155
10.17 明暗处理图像的修饰与着色	157
10.18 渲染图像与照片图像的合成	157

10.19	输出与显示技术	159
10.20	表面造型与渲染的用途与局限	159
	参考书目	160
第 11 章	实体组装	162
11.1	体素表示	162
11.2	边界表示	164
11.3	实体建筑块词汇表	165
11.4	扫描操作	166
11.5	集肤操作与扯动操作	167
11.6	特性与几何结构	168
11.7	空间集合运算	170
11.8	空间集合运算的调整	175
11.9	构造性实体几何表示	176
11.10	实体的幂集	178
11.11	体积分析与工程分析	179
11.12	装配	180
11.13	无歧管装配	182
11.14	图形输出	184
11.15	物理模型的自动制造	185
11.16	实体模型的用途与限制	186
	参考书目	186
第 12 章	运动模型	188
12.1	关键帧	191
12.2	平移路径	191
12.3	变化率	192
12.4	运动词汇表与运动合成	194
12.5	运动的层次结构	194
12.6	人体关节的运动	195
12.7	机械节点与运动链	198
12.8	物理特性的模拟	199
12.9	运动模型的用途与局限	200
	参考书目	200
第 13 章	动画	202
13.1	投影与动画	202
13.2	虚拟摄像机	204
13.3	参照帧	205
13.4	物体与摄像机运动的关联	207

13.5	时间维.....	207
13.6	设计向量.....	207
13.7	计算策略.....	209
13.8	动画的实时制作、存储和记录	209
13.9	录像后期制作.....	212
13.10	计算机动画与实况录像的合成	213
13.11	虚拟真实系统	214
13.12	动画与全息照相术	215
13.13	结论——图像的活化	215
	参考书目.....	215
第 14 章	超媒体	216
14.1	存取结构.....	216
14.2	一维结构的索引.....	219
14.3	分支序列.....	220
14.4	二维结构的索引.....	221
14.5	三维结构的索引.....	223
14.6	电脑空间.....	223
14.7	实现工具.....	223
14.8	存取结构的收益与价格.....	224
	参考书目.....	225
第 15 章	集成设计环境	226
15.1	硬件集成.....	227
15.2	文件的传输与格式转换.....	230
15.3	数据库.....	233
15.4	协调的软件工具箱.....	235
15.5	工具箱的修改与定制.....	237
15.6	任务控制程序.....	239
15.7	将来发展方向.....	240
	参考书目.....	241
第 16 章	设计数据库的管理	242
16.1	数据库管理软件.....	243
16.2	关系数据模型.....	244
16.3	图形数据库与关系数据库的连接.....	247
16.4	项目数据库与横向集成.....	249
16.5	库数据库.....	250
16.6	项目数据库的版本管理.....	253
16.7	一致性的维护.....	254

16.8	设计表示的演进与竖向集成.....	256
16.9	利用数据库报表功能产生文件资料.....	258
16.10	数据库的存取控制与安全性	258
16.11	备份与归档	259
16.12	新的设计产品与新型设计专业	260
	参考书目.....	260
第 17 章	对设计工具进行投资	262
17.1	任务的自动化执行.....	262
17.2	降低通信管理费.....	264
17.3	消除错误与疏漏.....	266
17.4	减少不确定性.....	267
17.5	增加委托人和用户的理解.....	269
17.6	提供更好的施工文件.....	271
17.7	获取设计技能和知识.....	272
17.8	取代和增加专家.....	272
17.9	突破设计限制.....	274
17.10	购置或建立一个系统	276
17.11	成本与成本回收	278
17.12	测算	279
17.13	结论	279
	参考书目.....	280
第 18 章	造型	281
18.1	编织与刺绣.....	281
18.2	图案的打印.....	282
18.3	样板的绘制.....	282
18.4	计算机控制的切割机.....	283
18.5	多轴铣削.....	284
18.6	递增成形.....	288
18.7	整形.....	291
18.8	再生产——模型与模具.....	292
18.9	装配.....	292
18.10	CAD/CAM 的完整过程	295
18.11	结论	297
	参考书目.....	298
第 19 章	虚拟设计室	299
19.1	网络基础设施.....	299
19.2	与 Internet 联网.....	300

19.3	客户与服务器.....	300
19.4	信息浏览服务 GOPHER	302
19.5	高级浏览服务 WWW 和 MOSAIC	303
19.6	虚拟会议室.....	305
19.7	应用共享.....	307
19.8	资源的有效利用.....	308
19.9	软件代理.....	308
19.10	连接到施工现场	309
19.11	设计室的物理空间	310
19.12	结论	311
	参考书目.....	311
第 20 章	什么是计算机辅助设计	312
20.1	图纸与实现.....	312
20.2	数字设计媒体的出现.....	312
20.3	设计的重新审视.....	313
附录	技术术语表.....	314

第 1 章 第二次工业革命

建筑师、园林建筑师和城市设计师在后工业时代的工作方式将发生什么变化?他们的作品将以何种方式出现?本书将概略地回答这些问题。在我们展开论述之前,将其置于历史的文脉之中,想必是有意义的。

图 1.1 设计工作的传统配置。1870 年美国麻省理工学院首家美国建筑学院的设计室

1.1 三次革命

在人类社会发展的几个时期,广泛深刻的技术革命改变了经济、社会和文化生活。每一次技术革命对建筑学和城镇的形成都产生过深远的影响。

第一次革命是新石器时期的农业革命。这是由车轮和耕犁的发明、以及农业和畜牧业的出现而引发的。农业革命完成了从捕猎和采集食物的生活方式向食品的系统化生产方式的转变。社会内部劳动的较细分工出现,技术工匠阶层壮大,人们开始在城镇生活,从而导致了建筑学的诞生。这是一个漫长而缓慢的革命。大约在公元前 8000 年,首先开始于亚洲西部,然后遍及欧洲,经历 5000 年,到达英国。

第二次伟大的革命是 19 世纪的工业革命。这次革命要迅猛得多,1780 年前后发生于英国,不到 200 年即遍及世界大部分地区。寻求用机械动力代替人力和畜力的方法是引发工业革命的直接原因。开始是烧煤的蒸汽机,接着是电动机、内燃机和核反应堆,使能源经济发展了。动力机车缩短了两地间的距离,动力机器工厂生产出大量的产品,工作方式发生了变化。例如,在英国,从事农业的劳动人口 1780 年为 50%,1980 年下降到 5%。而在同一时期,从事轻工业、运输业和商品农业的工业工人的数量稳步增长,劳动分工增强,大量的没有经过专业技术培训的工人或机器操作工代替了许多熟练的专业技术工人和手艺人。

工业革命使传统的建筑学改变了面貌,其过程是大家所熟知的,因此,在这里我们不需要