

数字媒体技术教程

(美) Jennifer Burg 著 王崇文 李志强 刘栋 傅江 等译

The Science of Digital Media

Jennifer Burg

The Science of
**Digital
Media**



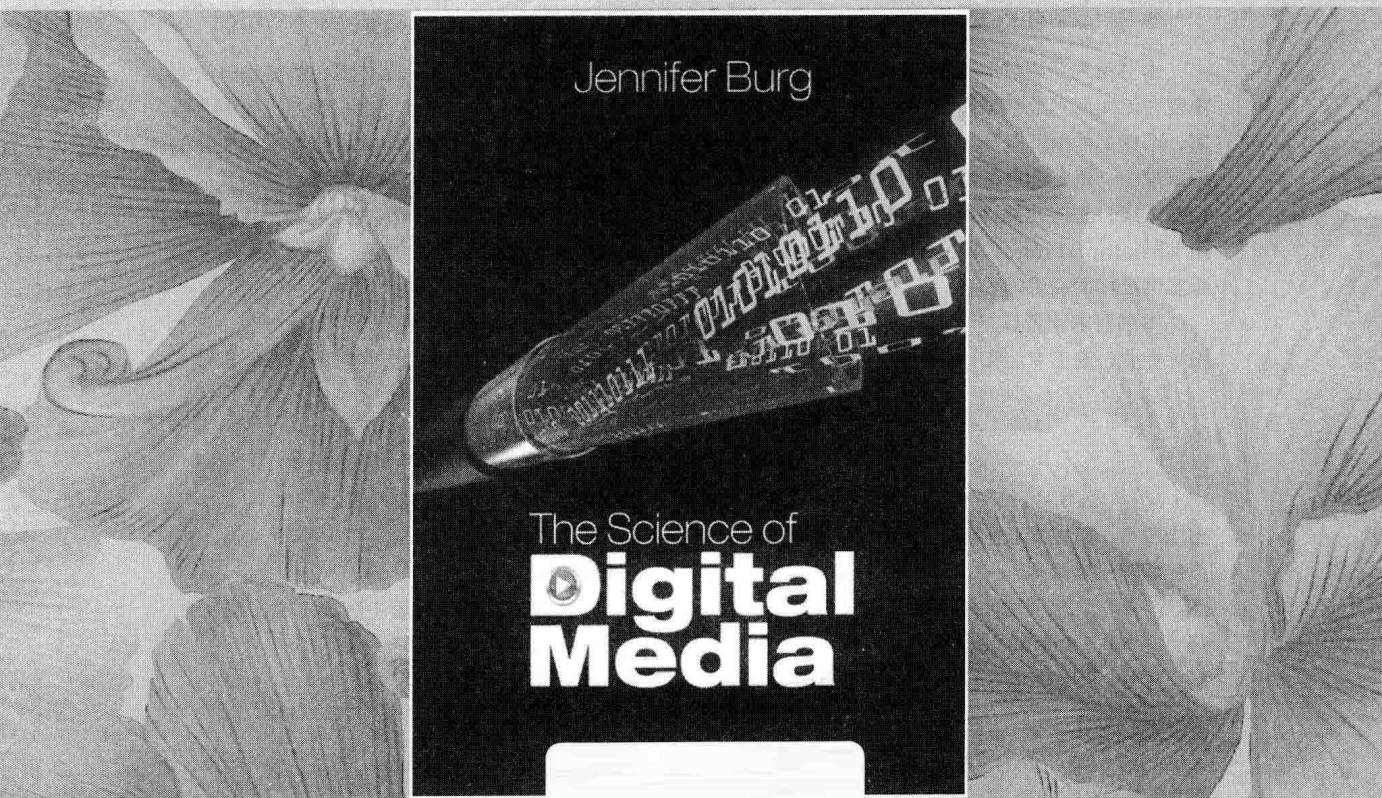
机械工业出版社
China Machine Press

计 算 机 科 学 丛 书

数字媒体技术教程

(美) Jennifer Burg 著 王崇文 李志强 刘栋 傅江 等译

The Science of Digital Media



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

数字媒体技术教程 / (美) 伯格 (Burg, J.) 著; 王崇文等译. —北京: 机械工业出版社, 2014.12
(计算机科学丛书)

书名原文: The Science of Digital Media

ISBN 978-7-111-48115-7

I. 数… II. ①伯… ②王… III. 数字技术 - 多媒体技术 - 教材 IV. TP37

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 226182 号

本书版权登记号: 图字: 01-2009-2587

Authorized translation from the English language edition, entitled *The Science of Digital Media*, 9780132435802 by Jennifer Burg, published by Pearson Education, Inc., Copyright © 2009.

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 by any information storage retrieval system, without permission from Pearson Education, Inc.

Chinese Simplified language edition published by Pearson Education Asia Ltd., and China Machine Press Copyright © 2014.

本书中文简体字版由 Pearson Education (培生教育出版集团) 授权机械工业出版社在中华人民共和国境内 (不包括中国台湾地区和香港、澳门特别行政区) 独家出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

本书封底贴有 Pearson Education (培生教育出版集团) 激光防伪标签, 无标签者不得销售。

本书首先介绍数字图像、数字音频和数字视频等数字媒体的基本原理。然后从技术、数学和算法的角度讨论如何对数字媒体进行处理: 在数字图像处理中, 包括选择颜色模式、改变索引颜色、更改分辨率、选择文件类型以及决定是否要压缩; 在数字音频处理中, 包括选择采样率和位深、查看音频文件的频率视图、调整动态范围和均衡化频率等; 在数字视频处理中, 包括拍摄和捕捉视频片段、编辑和应用特殊效果、压缩, 并且为视频能够正确地发布做准备。最后, 介绍与多媒体创作相关的内容, 并介绍了用 Director、Lingo、Flash 和 ActionScript 进行交互式多媒体创作的概念和方法, 提供了大量的编程实例及相关说明内容。

本书要求读者具有一定的数学基础, 具有一定的编程经验。本书是一本适用于数字媒体专业、艺术设计专业、通信专业和计算机科学等相关专业的优秀教材, 也可供从事数字媒体工作的相关人员参考。

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 盛思源

责任校对: 殷 虹

印 刷: 北京瑞德印刷有限公司

版 次: 2015 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 185mm × 260mm 1/16

印 张: 23.5

书 号: ISBN 978-7-111-48115-7

定 价: 79.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88378991 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzsj@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

文艺复兴以降，源远流长的科学精神和逐步形成的学术规范，使西方国家在自然科学的各个领域取得了垄断性的优势；也正是这样的传统，使美国在信息技术发展的六十多年间名家辈出、独领风骚。在商业化的进程中，美国的产业界与教育界越来越紧密地结合，计算机学科中的许多泰山北斗同时身处科研和教学的最前线，由此而产生的经典科学著作，不仅擘划了研究的范畴，还揭示了学术的源变，既遵循学术规范，又自有学者个性，其价值并不会因年月的流逝而减退。

近年，在全球信息化大潮的推动下，我国的计算机产业发展迅猛，对专业人才的需求日益迫切。这对计算机教育界和出版界都既是机遇，也是挑战；而专业教材的建设在教育战略上显得举足轻重。在我国信息技术发展时间较短的现状下，美国等发达国家在其计算机科学发展的几十年间积淀和发展的经典教材仍有许多值得借鉴之处。因此，引进一批国外优秀计算机教材将对我国计算机教育事业的发展起到积极的推动作用，也是与世界接轨、建设真正的世界一流大学的必由之路。

机械工业出版社华章公司较早意识到“出版要为教育服务”。自1998年开始，我们就将工作重点放在了遴选、移译国外优秀教材上。经过多年的不懈努力，我们与 Pearson, McGraw-Hill, Elsevier, MIT, John Wiley & Sons, Cengage 等世界著名出版公司建立了良好的合作关系，从他们现有的数百种教材中甄选出 Andrew S. Tanenbaum, Bjarne Stroustrup, Brian W. Kernighan, Dennis Ritchie, Jim Gray, Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman, Abraham Silberschatz, William Stallings, Donald E. Knuth, John L. Hennessy, Larry L. Peterson 等大师名家的一批经典作品，以“计算机科学丛书”为总称出版，供读者学习、研究及珍藏。大理石纹理的封面，也正体现了这套丛书的品位和格调。

“计算机科学丛书”的出版工作得到了国内外学者的鼎力襄助，国内的专家不仅提供了中肯的选题指导，还不辞劳苦地担任了翻译和审校的工作；而原书的作者也相当关注其作品在中国的传播，有的还专程为其书的中译本作序。迄今，“计算机科学丛书”已经出版了近两百个品种，这些书籍在读者中树立了良好的口碑，并被许多高校采用为正式教材和参考书籍。其影印版“经典原版书库”作为姊妹篇也被越来越多实施双语教学的学校所采用。

权威的作者、经典的教材、一流的译者、严格的审校、精细的编辑，这些因素使我们的图书有了质量的保证。随着计算机科学与技术专业学科建设的不断完善和教材改革的逐渐深化，教育界对国外计算机教材的需求和应用都将步入一个新的阶段，我们的目标是尽善尽美，而反馈的意见正是我们达到这一终极目标的重要帮助。华章公司欢迎老师和读者对我们的工作提出建议或给予指正，我们的联系方式如下：

华章网站：www.hzbook.com

电子邮件：hzsj@hzbook.com

联系电话：(010) 88379604

联系地址：北京市西城区百万庄南街1号

邮政编码：100037



华章教育

华章科技图书出版中心

以数字化、网络化、多媒体化为代表的当代信息革命推动了高科技和文化艺术相结合。高科技不仅为传统文化的挖掘、处理提供了丰富的技术手段，更高的生产效率和更低的制作成本，而且还产生了数字出版、虚拟现实等新的展示方式，互联网、移动互联网等新的传播平台，诞生了更多创新的商业模式，形成了数字媒体产业。随着数字媒体产业在我国的快速发展，迫切需要大批高素质的数字媒体专业人才。为促进新的专业建设，适应产业发展，为开设数字媒体相关专业的高等学校提供帮助，出版一本能够涵盖数字媒体相关主题的、全面实用的教材变得十分必要。

由 Jennifer Burg 编著的本书是 Prentice Hall 出版社出版的数字媒体丛书中的一本。该书共分为三册，其中《数字媒体基础教程》已由机械工业出版社在 2009 年出版，主要介绍与技术和艺术相关的数字媒体基础知识；另一本《Digital Arts: Its Arts and Science》，国内没有引进出版。

本书论述了构成数字媒体应用基础的数学、理论和算法，它将数字媒体看做是科学与应用的结合，可作为计算机相关学科数字媒体技术方向的基础教程。全书共分为 8 章：第 1 章首先介绍数字媒体的基本概念；接下来的 6 章分别对数字图像、数字音频和数字视频相关内容进行了介绍，其中每种媒体都分两章介绍，一章介绍它的函数表达或波形描述，另一章说明它的各种处理算法；第 8 章结合 Director 和 Flash 两种主流工具介绍了数字媒体创作。

本书由王崇文组织翻译，其中傅江翻译了第 1 章，刘栋翻译了第 7 章，李志强翻译了第 4 章和第 5 章，其他各章节的翻译及全书的统稿工作由王崇文负责完成。参与翻译工作的还有鲍明礼、刘利凯、戴建科和曹立洲等，在此对他们的工作热情和认真的态度表示敬意，同时对他们的大力帮助表示感谢。

由于译者自身的知识局限及时间仓促，译稿中难免有错误和遗漏，谨向读者及原书作者表示歉意，并欢迎批评指正。

译者

2014 年 3 月

欢迎

欢迎阅读本书。本书是为所有对数字媒体科学相关的数学、算法和技术感兴趣的人而准备的。什么是数字媒体呢？这是一个广义的术语，在不同情况下会有不同的解释。我们认为，这个词已经对其本身进行了描述。数字媒体定义为一种可以被数字化地描绘和处理的媒体，即图像、音频和视频。如果从数字媒体工具的角度来说，它是指用于处理数字图像、音频、视频的应用程序，例如 Photoshop、GIMP、Illustrator、Audition、Audacity、Sound Forge、Pro Tools、Reason、Max/MSP/Jitter、Premiere、Final Cut 和 MATLAB。也可以认为数字媒体是让你可以在一个动态的、互动的产品中整合你的图像、音频和视频的一些编程语言和编程工具，例如 Director、Flash、Processing、Python 和 Java。

本书的结构

本书第 1 章首先介绍数字媒体的基本概念，其中涵盖了与数字媒体相关的主题；接下来分别介绍数字图像、数字音频和数字视频的相关内容；最后介绍多媒体创作的相关内容。对每一种媒体——图像、音频和视频，将用两章篇幅进行介绍：一章介绍基本概念，另一章从技术、数学和算法的角度讨论如何对其进行处理。

数字媒体应用程序是本书所选主题的基础，但这并不意味着本书是关于如何使用特定应用程序的。为了选择本书的主题，作者研究了应用程序的功能以及使用这些功能所能进行的操作。在数字图像处理过程中，包括选择色彩模式、改变索引颜色、更改分辨率、选择文件类型以及决定是否要压缩等。在数字音频处理过程中，包括选择采样率和位深及抖动（必要时）、查看音频文件的频率视图、调整动态范围、均衡化频率。在数字视频处理过程中，包括拍摄和捕捉视频片段、编辑和应用特殊效果、压缩，并且为视频能够正确地发布做准备。这其中的关键不是如何点击正确的按钮或者选择正确的菜单项，而是如何使这些功能能够运作。

材料等级

数字媒体中所应用到的数学知识涵盖了从高中到大学的不同阶段。对于拥有特定的数学和计算机编程背景的高中生而言，本书中的一些材料也是能够理解的。对于像“图形图像处理”这样的计算机科学课程，本书所包含的知识属于初级水平，最多不超过中级水平。但是所不同的是，本书是图像、音频和视频三者的结合，这将综合考查读者的数学和算法基础。对于已经毕业的学生来说，本书也可以作为数字媒体、图像处理和数字信号处理的入门读物，为进一步学习复杂的相关数学和算法做准备。

阅读本书必不可少的数学基础知识包括数学进制（尤其是二进制）、指数、对数、求和、函数、函数的图形和矩阵（见表 1）。个别章节会涉及微积分的知识，例如，在讨论变换的章节。但是，超出了学生数学知识范围的章节可以跳过。例如，讨论 FIR 和 IIR 滤波器和 Z 变换的章节可以省略。某些重要的概念也在省略详细细节的情况下进行解释，因此

第 5 章仍然是很有用并且是可以理解的。

本书介绍的算法要求学生有一定的编程经验，至少他们应该明白如何解决程序中出现的问
题，并且能够阅读伪代码。第 8 章对多媒体创作环境进行比较，并通过这种方式教授一些编程
经验。当然，教师也可以在不要求学生编写任何程序的情况下使用本书教授数字媒体课程。

表 1 本书用到的数学知识

数学概念	在书中的应用
离散和连续的数学 离散和连续函数	全书中的模拟与离散现象
一维和二维数组（即向量和矩阵） 函数和图形 笛卡儿坐标系 极坐标 三角函数 弧度和角度	位图和音频文件 全书中的正弦波形
二进制 进制间的转换 位和字节 指数 平方根	所有数字化过程和算法
对数 自然对数 e（自然对数的底）	分贝（第 1 章和第 4 章）；数据传输率（第 1 章）；非线性量化（第 4 章）；Q 因子（第 5 章）以及全书中的相关内容
round、floor 和 ceiling 函数 mod 运算符	全书中的算法
积分（只要求基本了解）	傅里叶变换（第 4 章和第 5 章）
逆函数	离散余弦变换（第 2 章） 傅里叶变换（第 4 章）
三维图形 通过矩阵乘法实现线性变换 非线性变换的算法 值的归一化 平面投影函数	颜色模型、颜色模型的转换，以及 CIE 色度图（第 2 章）
隐式和显式的函数 参数形式的函数 矩阵运算 导数 切线	矢量图形和曲线（第 2 章）
复数 虚数	分形（第 2 章） 傅里叶变换（第 4 章和第 5 章） Z 变换（第 5 章）
树结构	霍夫曼编码；索引颜色（第 3 章）
卷积和卷积模板 矩阵运算	图像抖动和滤波（第 3 章） 音频滤波（第 5 章）
直方图 均值、中值、模运算、标准差	像素点的处理（第 3 章）
方均根	音频文件的方均根振幅（第 4 章）
n 次方根	八度音域和频率的注释（第 5 章）

本书的特点和要素

多个特点有助于引导你读完这本书。

- **关键词**：关键词是黑体。当一个关键词出现在多个地方时，它会在第一次出现时用黑体表示。
- **关键公式**：在后面的计算、练习或者应用程序中使用的公式，标记为关键公式。
- **旁白**：旁白包括相关科学家的额外信息或相关概念的额外讨论。作为“附加部分”，这部分信息是中文楷体表示，并用框线画出，以示与正文的区别。

教师资源

Prentice 教师资源中心 (Instructor Resource Center, IRC) 能够保护教师的资源。联系当地的 Pearson/Prentice Hall 销售代表可以获得进入这个网站的权限[⊖]。教师在这个网站能够找到工作表方案、程序样例和课前课后测验的答案。

数字媒体系列的三本书

数字媒体是一个艺术家和科学家都感兴趣的、跨学科领域。越来越多的高校把数字媒体课程引入艺术专业、通信专业或者计算机专业课程中。为了应对跨学科的需求，Prentice Hall 出版了《The Science of Digital Media》，把它作为下面三本书系列的一个部分：

- 《Digital Media Primer》(中译本《数字媒体基础教程》)，Yue-Ling Wong 编写，涵盖了与艺术家和科学家相关的数字媒体基础知识。
- 《The Science of Digital Media》(中译本《数字媒体技术教程》，即本书)，Jennifer Burg 编写，主要论述了构成数字媒体应用程序基础的数学、科学和算法。
- 《Digital Arts: Its Arts and Science》(国内没有引进出版)，由 Yue-Ling Wong 编写，主要从艺术创作的角度论述数字媒体。

这三本书有着平行的章节组织：最开始的一章介绍基础知识和背景，接下来分别讲述每一种数字媒体（图像、音频和视频），每一种媒体用两章介绍，最后章节介绍多媒体创作的知识及技术。

《Digital Media Primer》在艺术和科学之间架构了一座桥梁。在使用《The Science of Digital Media》(即本书)作为教科书的计算机科学课程中，可将《Digital Media Primer》推荐给学生作为基础知识的参考书。在使用《Digital Media Primer》或《Digital Arts: Its Arts and Science》作为基本教科书的艺术类或跨学科课程中，可将《The Science of Digital Media》推荐给学生作为附加信息的参考书。章节的并行组织安排有利于教师根据数学要求从这些书中灵活切换。

如何使用这本书

计算机科学课程

本书是一本关于计算机科学或跨学科课程的教科书，它把数字媒体看作科学和应用的结合。本书提供的内容远超出单一课程的需要。编写本书的目的是使教师可以选择与课程相关的主题，其余部分可供参考。

⊖ 有需要本书教辅的教师，请联系培生教育集团北京代表处，邮件地址：Service.CN@Pearson.com 或 Cece.Zhang@Pearson.com。

这里提供了 4 种将本书作为教科书的使用方式。

- 强调广泛性的课程可以用整本书进行粗略的讲授，教师只要侧重于学生最感兴趣的话题。
- 如果一门课程只包括一种媒体，那么教师可以只使用与该媒体相关的章节进行详细讲解。例如，数字图像课程将包括第 1 章、第 2 章、第 3 章和第 8 章。数字音频课程将包括第 1 章、第 4 章和第 5 章。这样的课程可给学生留下足够的时间将概念应用于实践，并在多种抽象层次（例如，通过低层编程技术、MATLAB 信号处理工具包、MAX/MSP，或者如 Audacity 等音频处理工具）解决问题。
- 本书可用于两学期教学，一个学期着重强调算法，另一个学期着重强调数学。
- 本书可用于两学期教学。第一学期侧重于基本概念和高层次的工具，第二学期进入更加深入的数学和在较低的抽象层次解决问题。

一方面，可以给学生提供一门只关注于数字媒体科学、数学、算法的相关课程，而不考虑具体数字媒体工具使用；另一方面，学生往往被数字媒体应用所吸引，因为它关系到制作和创作，如图片、声音、视频、交互游戏、教育软件等。运用概念来实践是一个令人兴奋的学习方法。我已经发现了一种很好的方法来组织数字媒体课程，那就是把课堂教学重点放在科学和数学上，项目和练习使用应用程序。例如，我经常让我的学生将完成一个游戏的程序作为他们最终的项目，而这个项目通过一种多媒体的编程语言结合了数字图像、声音、互动性，可能还包括视频。

在一个结合科学与动手实践的课程中，学生将需要学习各种媒体软件。下面的表 2 列出了每一种媒体相关的软件。这里的一部分软件是开源和免费的。收费软件根据不同层次有不同的价格，购买该软件的一个替代方法是下载试用版本，其中大多数试用版本的使用期限只有 30 天。

表 2 与媒体相关的软件

数字图像和矢量图形			
软件名称	应用平台	应用许可	应用对象
Adobe Photoshop	Mac、Windows	收费	位图图像
Adobe Photoshop Elements	Mac、Windows		位图图像
GIMP	Linux、Mac、Windows、UNIX	免费	位图图像和矢量图形
Inkscape	Linux、Mac、Windows、UNIX	免费	矢量图形
Adobe Illustrator	Linux、Mac、Windows、UNIX	收费	矢量图形
CorelDraw	Windows	收费	位图图像和矢量图形
Corel PaintShop Pro	Windows	收费	位图图像
Ulead Photoimpact	Windows	收费	位图图像
数字音频处理和 MIDI			
软件名称	应用平台	应用许可	应用对象
Audacity	Linux、Mac、Windows、UNIX	免费	数字音频
Adobe Audition	Windows	收费	数字音频
Ardour	Linux、Mac	免费	数字音频
Apple Logic Pro	Mac	收费	数字音频和 MIDI
Apple Logic Express	Mac	收费	数字音频
Sony Sound Forge	Windows	收费	数字音频
Digidesign Pro Tools	Mac、Windows	收费	数字音频和 MIDI
Cakewalk Sonar	Windows	收费	数字音频和 MIDI
Cakewalk Music Creator	Windows	收费	数字音频和 MIDI
Cycling 74 Max/MSP	Mac、Windows	收费	数字音频和 MIDI
Chuck	Linux、Mac、Windows	免费	数字音频和 MIDI

(续)

数字视频处理			
软件名称	应用平台	应用许可	应用对象
Adobe Premiere Pro	Windows	收费	数字视频
Adobe Premiere Elements	Windows	收费	数字视频
Ulead Video Studio	Windows	收费	数字视频
Windows Movie Maker	Windows	Windows 自带	数字视频
Apple iMovie	Mac	Mac 自带	数字视频
Cinelerra	Linux、Mac	免费	数字视频
Apple Final Cut Pro	Mac	收费	数字视频
Apple Final Cut Express	Mac	收费	数字视频
Cycling 74 Jitter	Mac、Windows	收费	数字视频
多媒体创作			
软件名称	应用平台	应用许可	应用对象
Adobe Flash	Mac、Windows	收费	多媒体创作、2D 动画制作、 矢量图形优化
Adobe Director	Mac、Windows	收费	多媒体创作、位图图像优 化、2D 和 3D 图像
Java	Linux、Mac、Windows、UNIX	免费	多用途语言
Processing	Linux、Mac、Windows	免费	位图图像（艺术专用）
Python	Linux、Mac、Windows、UNIX	免费	多用途语言
数字图像和声音数学建模			
软件名称	应用平台	应用许可	应用对象
MATLAB	Linux、Mac、Windows、UNIX	收费	图像和声音的建模，以及相 应的处理
Octave	Linux、UNIX、Mac、Windows	免费	图像和声音的建模，以及相 应的处理

课程之外如何使用本书

任何在数字媒体领域工作的人都可能对本书感兴趣，并不一定只是在上课的时候使用。有些人想知道到数字媒体是如何运作的。如果你是这种类型的，没有计划地点击菜单和反复单击按钮直到达到你所要的效果是不够的。你想知道到底是怎么运作的。理解数字媒体工具蕴含的数学和科学会使你对这些很难独自动手实现效果的工具更加熟悉。对于拥有足够好奇心以至于追根究底的数字媒体从业人员来说，本书是十分有用处的，而且我们相信它也会是一本非常有趣的参考书。

无论你阅读本书的原因是什么，都希望你去探索挖掘，找到那个一直困扰你的问题的答案，同时感受到没有什么问题是可以打败自己的。数字媒体实践可以通过图像、声音、动作和交互性来吸引大家的眼球和耳朵。科学、数学和数字媒体技术的独创性同样可以让你惊叹不已。

致谢

- 感谢对本书的写作和编辑以及它的补充材料提供帮助的学生、同事和朋友：
- Donna Williams，史丹森大学计算机科学系教授，担任校对和数学顾问。
 - Jason Romney，北卡罗来纳艺术学院的数字音乐设计讲师，担任相关音频章节的

顾问。

- Todd Martin, 维克森林大学的学生, 制作了很多网上教程和工作表。
- Michael Boger, 维克森林大学的学生, 用他敏锐的数学头脑和严谨的审查对本书进行校对。
- Angelique 和 Grey Ballard, 维克森林大学的学生, 他对在线教程和工作表做出了很大的贡献。
- Chris Thomas, 维克森林大学的学生, 他负责视频章节的校对和制作练习。
- Ching-Wan Yip, 负责校对第 6 章和第 7 章。
- Johnthan Burg-Grigsby 和 Trevor Laurence, 负责校对本书前面的章节, 并提供了学生的想法。
- Tyson Badders, 负责前、后测试的校对。

我还要感谢参与试验性使用本书的那些教授:

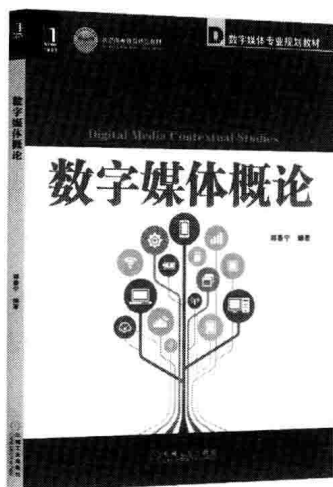
- 罗林斯学院的 Julie Carrington。
- 弗吉尼亚理工学院暨州立大学的 Edward A. Fox。
- 佛罗里达大学的 Kristian Damkjer。
- 中佛罗里达大学的 Robert Kenny 和 Steve Teicher。
- 罗彻斯特理工学院的 Glenn Chance。
- 密苏里州立大学的 Lloyd Smith。

赞助

本书是在编号为 DUE-0127280 和 DUE-0340969 的美国国家科学基金的支持下完成的。本书中的任何观点、研究成果、结论或建议都属于作者个人, 不代表美国国家科学基金会的意见。Yue-Ling Wong 和 Jennifer Burg 是这两个基金的另外两个资助者。Leah Molog 教授是第二个基金中的评估专家。

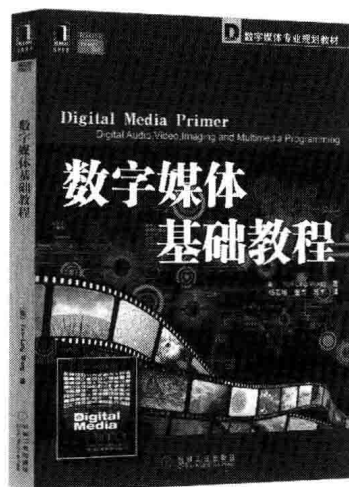
Jennifer Burg
维克森林大学

推荐阅读



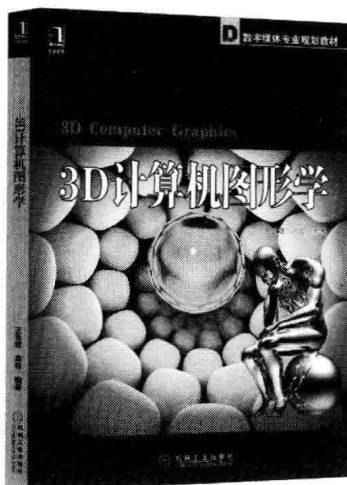
数字媒体概论

作者：郭春宁 ISBN: 978-7-111-45736-7 定价：39.00元



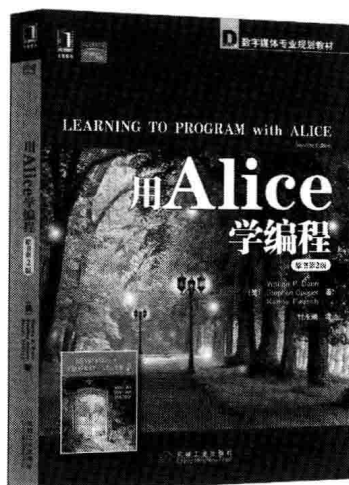
数字媒体基础教程

作者：Yue-Ling Wong ISBN: 978-7-111-27734-7 定价：39.00元



3D计算机图形学

作者：王长波 等 ISBN: 978-7-111-31311-3 定价：33.00元



用Alice学编程（原书第2版）

作者：Wanda P. Dann 等 ISBN: 978-7-111-27462-9 定价：39.00元

出版者的话

译者序

前言

第1章 数字数据的表示与通信 1

1.1 介绍 1

1.1.1 接触本书 1

1.1.2 从哪里开始 2

1.2 模数转换 2

1.2.1 模拟现象与离散现象 2

1.2.2 图像和声音数据的函数和
波形表示 3

1.2.3 采样和失真 8

1.2.4 量化、量化误差和信噪比 10

1.3 数据存储 13

1.4 数据通信 15

1.4.1 数字媒体研究中数据通信的
重要性 151.4.2 模拟数据通信与数字数据通信
的比较 15

1.4.3 带宽 18

1.4.4 数据传输速率 21

1.5 压缩方法 24

1.5.1 压缩的类型 24

1.5.2 游程编码 25

1.5.3 熵编码 27

1.5.4 算术编码 30

1.5.5 变换编码 34

1.5.6 压缩标准和编解码器 34

1.6 数字媒体的标准和标准化组织 37

1.7 用于数字媒体研究的数学建模
工具 37

练习 38

应用 39

参考文献 40

第2章 数字图像表示 41

2.1 介绍 41

2.2 位图 41

2.2.1 数字化 41

2.2.2 像素尺寸、分辨率和图像

大小 43

2.3 数字图像的频率 45

2.4 离散余弦变换 47

2.5 失真 54

2.5.1 模糊和块效应 54

2.5.2 莫尔纹 54

2.5.3 锯齿状边缘 58

2.6 颜色 60

2.6.1 颜色感知和表示 60

2.6.2 RGB 颜色模型 61

2.6.3 CMY 颜色模型 63

2.6.4 HSV 与 HLS 颜色模型 63

2.6.5 亮度和色度颜色模型 65

2.6.6 CIE XYZ 颜色模型和色域 66

2.6.7 CIE L^*a^*b 、CIE L^*U^*V
以及感知均匀性问题 72

2.6.8 颜色管理系统 73

2.7 矢量图 74

2.7.1 矢量图中的几何对象 74

2.7.2 使用多项式和参数方程定义
曲线 75

2.7.3 贝塞尔曲线 77

2.8 算法艺术和程序建模 81

练习 85

应用 86

参考文献 87

第3章 数字图像处理 88

3.1 数字图像处理工具 88

3.2 数字图像文件类型 89

3.3 索引颜色 93

3.4 抖动 97

3.5 通道、图层和遮罩 99

3.6 混合模式 103

3.7 像素点处理 104

3.7.1 直方图 104

3.7.2 变换函数与“曲线” 107

3.8 空间滤波 111

3.8.1 卷积	111	第5章 数字音频处理	180
3.8.2 数字图像处理程序中的 滤波器	113	5.1 数字音频处理工具	180
3.9 重采样和插值	115	5.1.1 数字音频的工作环境	180
3.10 数字图像压缩	122	5.1.2 数字音频处理软件	185
3.10.1 LZW 压缩	122	5.1.3 有损编辑和无损编辑	186
3.10.2 哈夫曼编码	124	5.1.4 数字音频文件类型	187
3.10.3 JPEG 压缩	127	5.2 动态处理	189
应用	134	5.3 音频恢复	195
参考文献	135	5.4 数字音频滤波器和相关处理	197
第4章 数字音频表示	136	5.4.1 数字音频滤波器的类型	197
4.1 介绍	136	5.4.2 脉冲和频率响应	199
4.2 音频波形	136	5.4.3 数字音频处理软件中的滤波器 和相关工具	200
4.3 脉冲编码调制和音频数字化	138	5.4.4 均衡	201
4.4 采样率和失真	139	5.4.5 梳状滤波器、延迟、混响和 卷积滤波器	207
4.5 量化和量化误差	143	5.5 卷积与傅里叶变换的关系	210
4.5.1 分贝和动态范围	143	5.6 设计并实现自己的滤波器	211
4.5.2 音频抖动	146	5.6.1 FIR 滤波器设计	211
4.5.3 噪声整形	148	5.6.2 Z 变换	215
4.5.4 非线性量化	150	5.6.3 零极点图和 IIR 滤波器的 设计	216
4.6 频率分析	153	5.7 数字音频压缩	219
4.6.1 时域和频域	153	5.7.1 基于时间的压缩方法	219
4.6.2 傅里叶级数	155	5.7.2 感知编码	219
4.6.3 离散傅里叶变换	157	5.7.3 MPEG 音频压缩	221
4.6.4 离散傅里叶变换和离散余弦 变换的比较	159	练习和程序	227
4.6.5 快速傅里叶变换	161	应用	227
4.6.6 傅里叶变换的关键点	164	参考文献	228
4.7 音频文件的统计分析	165	第6章 数字视频数据表示和 通信	229
4.8 乐器数字接口	166	6.1 胶片、电视、电影和视频： 名称的含义	229
4.8.1 MIDI 与采样数字音频	166	6.1.1 背景介绍	229
4.8.2 MIDI 标准	167	6.1.2 视频、电影和电视的对比	231
4.8.3 创建、编辑和播放 MIDI 文件	168	6.2 视频标准	235
4.8.4 MIDI 音乐之外的用处	170	6.3 视频显示和电影显示	238
4.8.5 声乐学和记谱法	170	6.4 视频摄像机及其连接	241
4.8.6 MIDI 音序器和键盘的特征	172	6.4.1 视频连接	241
4.8.7 MIDI 的幕后	175	6.4.2 录像带	243
练习和程序	178	6.4.3 数码摄像机	244
应用	178	6.5 模拟视频分辨率和带宽	248
参考文献	179		

6.6 数字视频分辨率和带宽	255	7.3.8 调整速度	283
6.7 数字视频的发行媒介	256	7.3.9 颜色校正	283
6.8 数字视频、电影制作和电视制作	258	7.3.10 渲染	285
6.8.1 数字视频的优点	258	7.4 准备发布数字视频	286
6.8.2 电影的诱惑力	259	7.4.1 数字视频文件	286
6.8.3 电子影院和数字电影制作的来临	260	7.4.2 编解码器	288
6.8.4 电视电影和下拉技术	260	练习和程序	297
6.8.5 去交错方法	262	应用	298
6.8.6 融合胶片和数字视频制作商业电影	263	参考文献	299
练习	265	第8章 多媒体创作	300
应用	265	8.1 什么是多媒体创作	300
参考文献	266	8.2 多媒体创作环境评价准则	300
第7章 数字视频处理	267	8.3 多媒体创作环境和语言特征	304
7.1 为什么做、做什么和怎样做	267	8.3.1 抽象层	304
7.2 数字视频工作站	268	8.3.2 支持的媒体	306
7.3 视频处理	269	8.3.3 对事件驱动编程的支持	310
7.3.1 主要步骤	269	8.3.4 发布形式	313
7.3.2 拍摄和采集视频	270	8.4 Director 和 Flash 的比较	314
7.3.3 收集媒体信息	271	8.4.1 为什么是 Director 和 Flash	314
7.3.4 为视频片段排序	273	8.4.2 Director 和 Lingo 快速入门	315
7.3.5 数字合成	274	8.4.3 Flash 和 ActionScript 快速入门	332
7.3.6 关键帧	280	8.5 乐趣开始	346
7.3.7 时间码	281	应用和程序	346
		参考文献	347
		索引	348

数字数据的表示与通信

本章要点

- 理解模拟现象和离散现象的区别。
- 理解如何用正弦曲线波表示图像和声音。
- 理解如何用正弦曲线波建立给定频率声波的模型。
- 理解正弦函数如何叠加为更复杂的波形。
- 理解采样过疏如何引起失真。
- 理解量化过程中出现的量化误差。
- 理解并应用信噪比的方程。
- 学会根据给定的基本参数计算数字图像、音频和视频文件所需的存储空间。
- 了解常用的存储介质的存储容量。
- 理解数字数据通信的基本概念。
- 理解术语“带宽”的不同用法。
- 了解如何根据给定带宽和通信中不同信号值来估算最大数据率。
- 理解位速率和波特率之间的关系。
- 学会执行游程编码、熵编码和算术编码。
- 熟悉常用的压缩算法和编解码器。

1.1 介绍

1.1.1 接触本书

你因为某些原因翻开了本书。也许你正在学习一门类似数字媒体或多媒体系统的课程，需要用到本书；也许你踏足图像、音频或视频处理领域，对工具的工作原理感兴趣；也许你是数学家、工程师或者物理学家，发现数字媒体能够很好地应用于学科研究；也许你是音乐家、画家或其他领域的专家，需要数字媒体的辅助，于是想了解更多。如果你总是被科学和数学吸引，那么你可能对现象的本质感到好奇，并期望通过深刻理解媒体工具的工作原理来增强你的创造力。

不管是什么原因，我们都假定大多数人对数字媒体产生兴趣的最大动机是创造带来的兴奋感。数字媒体是由计算机驱动的多媒体，它看得到，听得到，甚至能触碰到，当然它也可以与人交互。若你开动脑筋，亲自动手制作了图像、声音或动作，则你会感到更加兴奋。正是这种实现了交流、娱乐或教学的满足感，致使很多人加入数字媒体研究的行列。

出于这个目的，本书选择了数字媒体工作中的特有内容作为主题，即选择色彩模式、文件压缩、失真频率识别、滤波、变换和创造性编辑。然而，本书将着重阐述数学和算法流程（很多工具都是基于这些原理构建起来的），而不是按部就班地介绍相关的应用程序。我们尝试使原理解释变得简单直接，并且与实践活动相关联。程序和算法的文字说明，均有可交互的演示和数学建模练习作为补充说明。我们相信数字媒体所蕴含的科学和最终

成果一样吸引人，理解这门科学不仅能增强创造能力，还可以让你的智慧在创造过程中尽情地发挥。快看看能从本书中发现什么吧！

1.1.2 从哪里开始

那么，我们从哪里开始呢？这本书围绕三种主流媒体，即数字图像、数字音频和数字视频进行组织，并在最后实现多媒体。每章的主题都取自各种具体的数字媒体应用程序，如 Photoshop、Premiere、Final Cut、Audition、Sound Forge、Logic、Reason、Illustrator、Flash 和 Director 等，但每个主题都将从数学和概念的角度进行介绍。

第1章包含多种与媒体相关的概念。尤其是，这一章引入了采样和量化的数字化过程介绍，以备在后续章节的图像和声音等媒体环境中可以进行回顾。本章先介绍模数转换，然后重点阐述数据通信和数据存储的基本原理，再通过纵览各种压缩方法把媒体的相关概念串联在一起。本章的最后是一个关于标准和标准化组织的综述。本章附有可交互的教程，可逐步引导读者使用数学建模工具，在实验中对涉及的概念形成可视化的认知。

本章资料很多，有些很简单，可以快速浏览过去；有些可以做记号，以后若需要可作为参考；还有一些较富挑战性，需要学习并经常使用工具才能完全掌握。后续章节在涉及特定的媒体(图像、音频和视频)应用时，会详细讲解相关知识。

1.2 模数转换

1.2.1 模拟现象与离散现象

模拟现象是连续的，比如稳定流动的水，图像上的一条线或收音机旋转度盘。在模拟现象中，点与点之间没有清楚的分界，事实上，在任意两点之间存在无数多的点。相反，离散现象在点与点之间有明确的分界。如果有一个点(空间上或时间上)和另一个点相邻，那么它们之间不存在其他的点。水龙头滴下的水珠是离散现象，流出的水是连续的模拟现象。我们获得的很多感觉都是以模拟形式存在(尽管有些人认为这有待商榷，甚至认为这是个哲学问题)。一个管弦乐队在现场把音乐以模拟形式展现给我们，即连续的声波。一个标准的话筒是一个模拟设备，检测并按时序记录声音然后以一个连续的电压变化的波形进行传递。

将图像、声音和动作的连续现象用离散的形式表示，使其可以被计算机识别，这个过程称为**模数转换**。数字数据与模拟数据相比有什么优点呢？相机、录音机和电视机已经存在很长的时间了，以前一直没数字化，现在为什么又要改变呢？为什么商店那么乐意将乙烯基的唱片专辑换成简单的磁盘呢？为什么已经有一个完美的模拟照相机还会买一个数码照相机呢？是什么原因驱使大家去换一个数字电视呢？

实际上，数字媒体有很多优势。或许看上去模拟数据含有无限值，可以运行地更平滑和连续，应该在图像、音频和视频更精确并有较高质量。不过，随着存储介质容量的增大以及通信通道上数据传输速率的提高，数字图像、音频和视频的分辨率也随之提高。这意味着现在的数字图片和声音可以有更丰富的表现细节，数字数据在通信上有更大的优势。与数字数据相比，模拟数据的通信更容易受到噪声的影响，所以在传输过程中它的质量会受损。通信中，数字数据完全是由0和1组成的序列表示，错误纠正策略可以保证数据能得到正确的接收和解析。此外，数字数据通信比模拟数据通信更加简洁。这显得有点