

MATLAB
开发实例系列图书

在线交流，有问必答
(详见封底勒口)



本书所有程序源代码
均可在MATLAB中文论坛图书版块、
北航出版社“下载专区”免费下载

MATLAB

图像滤波去噪 分析及其应用

余胜威 丁建明 吴婷 魏健蓝 编著



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

MATLAB 开发实例系列图书

MATLAB 图像滤波去噪分析 及其应用

余胜威 丁建明 吴 婷 魏健蓝 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书全面而系统地讲解了 MATLAB 图像滤波去噪分析及其应用;结合算法理论,详解算法代码(代码全部可执行且验证通过),以帮助读者更好地学习本书内容。对于网上讨论的大部分疑难问题,本书均有涉及。全书共 11 章,包括颜色空间相互转换、双线性滤波、锐化滤波、Kirsch 滤波、排序滤波、自适应平滑滤波、自适应中值滤波、超限邻域滤波、谐波均值滤波、逆谐波均值滤波、逆滤波、双边滤波、同态滤波、小波滤波、六抽头滤波、约束最小平方滤波、非线性复扩散滤波、Lee 滤波、Gabor 滤波、Wiener 滤波、Kuwahara 滤波、Beltrami 流滤波、Lucy-Richardson 滤波、Non-Local Means 滤波等研究内容。

本书适合所有学习 MATLAB 图像处理以及算法开发技术的人员阅读,也适合各种使用 MATLAB 进行开发的工程技术人员使用;对于各高校师生解决图像处理问题、进行课堂教学等,也是一本不可或缺的必备参考书。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB 图像滤波去噪分析及其应用 / 余胜威等编著

. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2015.6

ISBN 978-7-5124-1801-1

I. ①M… II. ①余… III. ①Matlab 软件—应用—数字图像处理 IV. ①TN911.73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 27113 号

版权所有,侵权必究。



MATLAB 图像滤波去噪分析及其应用

余胜威 丁建明 吴 婷 魏健蓝 编著

责任编辑 史 东

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京兴华昌盛印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:14.5 字数:380 千字

2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-1801-1 定价:39.00 元

前 言

MATLAB 图像处理技术在视频分析处理、图像分割、识别匹配等方面的应用越来越广泛,人们获取最直观的信息就是图像信息。然而,大部分图像信息含有较多的噪声信息,给视觉判断及计算机识别带来了困难,因此广大科研人员多集中于图像去噪算法方面的研究。MATLAB 作为一款科学计算软件逐渐被广大科研人员所接受,其强大的数据计算功能、图像的可视化界面以及代码的可移植性得到广大技术人员的认可。MATLAB 以矩阵运算最为快捷,俗称矩阵实验室,它和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件。在高版本的 MATLAB 中,加入了对 C、FORTRAN、C++ 和 JAVA 的支持。MATLAB 以其简单易用、人机可视化友好等特点广泛应用于各行各业,尤其被广大科研人员所喜爱。

本书以图像滤波去噪为背景,通过列举大量的滤波去噪算法实例,使读者了解去噪算法的实质并应用相应的滤波器算法去处理实际工程项目中的图像问题。书中结合算法理论,给出了详细的编程代码,使读者能够真正地理解滤波算法本质,并在此基础上进行相应的算法改进。书中全部代码为可执行代码,算法代码在每一个 MATLAB 版本下均可运行。

值得说明的是,对图像处理熟悉的朋友也许会注意到,一种滤波去噪算法滤波效果只需要由一幅图像进行验证即可,各滤波去噪算法不会因为图像格式的不同而使得函数调用有差别。因此本书省去了大篇幅的图像测试,而提供了完全、易懂、有效的可执行代码,希望对广大读者能有所帮助。

本书的特色如下:

(1) 内容不枯燥。结合相关理论实际,抽出与算法相关的理论作为支撑,通过算法原理以及算法代码的迭代过程,让读者更容易理解并掌握。

(2) 覆盖面广。基本含盖了常见算法的应用,包括颜色空间相互转换、噪声概率密度分布、理想带阻滤波、理想低通滤波、理想高通滤波、理想陷波滤波、巴特沃斯带阻滤波、巴特沃斯低通滤波、巴特沃斯高通滤波、巴特沃斯陷波滤波、高斯带阻滤波、高斯低通滤波、高斯高通滤波、高斯陷波滤波、线性平滑滤波、双线性滤波、线性锐化滤波、Sobel 滤波、Canny 滤波、Prewitt 滤波、Roberts 滤波、Laplacian 滤波、kirsch 滤波、几何均值滤波、排序滤波、中值滤波、自适应平滑滤波、自适应中值滤波、超限邻域滤波、谐波均值滤波、逆谐波均值滤波、逆滤波、双边滤波、同态滤波、小波滤波、六抽头滤波、形态学滤波、约束最小平方滤波、非线性复扩散滤波、Lee 滤波、Gabor 滤波、Wiener 滤波、Kuwahara 滤波、Beltrami 流滤波、Lucy-Richardson 滤波、Non-Local Means 滤波等内容。本书采用不同的滤波去噪算法进行设计,因此,初学者通过阅读本书,也可以开发出适用于自己实际应用的程序。

(3) 循序渐进,由浅入深。从基本的图像颜色空间出发,针对每一个去噪算法,依据算法原理,辅以程序作验证,通过算法代码,可以反过来去理解算法原理中所涉及的公式,做到逐步地引导读者去认识和掌握图像滤波去噪算法的思想。

(4) 真实案例,随学随用。注重实践,用大量的篇幅介绍了真实、可靠的 MATLAB 图像

滤波去噪算法所解决的具体案例。给出两幅图像作为验证,读者只需要更换要处理的图像即可应用滤波去噪算法进行图像滤波去噪。

(5) 语言通俗易懂。在讲解各个实例、知识点时,尽量使用简单易理解的语言,非常适合初学者及广大的爱好者学习。

(6) 图示丰富,容易理解。通过前后图的对比,读者能很快掌握知识点。

全书共 11 章。第 1、2 章介绍图像颜色空间和噪声分布,包括 RGB、YCbCr、YUV、YIQ、HSV、HSL、HSI、CIE、LUV、LAB、LCH、YCbCr 与 RGB 空间相互转换、YUV 与 RGB 空间相互转换、YIQ 与 RGB 空间相互转换、HSV 与 RGB 空间相互转换、HSL 与 RGB 空间相互转换、HSI 与 RGB 空间相互转换、LUV 与 RGB 空间相互转换、Lab 与 RGB 空间相互转换、LCH 与 RGB 空间相互转换,以及均匀分布噪声、高斯(正态)分布噪声、卡方分布噪声、F 分布噪声、t 分布噪声、Beta 分布噪声、指数分布噪声、伽马分布噪声、对数正态分布噪声、瑞利分布噪声、威布尔分布噪声、二项分布噪声、几何分布噪声、泊松分布噪声、柯西(Cauchy)分布噪声等。这些内容适应了不同读者需求,也为后续内容的学习打下了坚实的算法基础。第 3~9 章介绍 MATLAB 常用图像滤波去噪算法应用设计,包括理想带阻滤波、理想低通滤波、理想高通滤波、理想陷波滤波、巴特沃斯带阻滤波、巴特沃斯低通滤波、巴特沃斯高通滤波、巴特沃斯陷波滤波、高斯带阻滤波、高斯低通滤波、高斯高通滤波、高斯陷波滤波、线性平滑滤波、双线性滤波、线性锐化滤波、Sobel 滤波、Canny 滤波、Prewitt 滤波、Roberts 滤波、Laplacian 滤波、Kirsch 滤波、几何均值滤波、排序滤波、中值滤波、自适应平滑滤波、自适应中值滤波、超限邻域滤波、谐波均值滤波、逆谐波均值滤波等案例。通过该类较为常用的滤波算法学习,读者可以应用这些滤波器解决一些常见问题。第 10~11 章介绍 MATLAB 高级图像滤波去噪算法应用设计。本部分涉及面较广,列举了逆滤波、双边滤波、同态滤波、小波滤波、六抽头滤波、形态学滤波、约束最小平方滤波、非线性复扩散滤波、Lee 滤波、Gabor 滤波、Wiener 滤波、Kuwahara 滤波、Beltrami 流滤波、Lucy-Richardson 滤波、Non-Local Means 滤波等。通过案例分析,结合算法理论和程序代码,真正适合广大师生的需要。MATLAB 图像滤波去噪算法应用,向更加广泛、更加具体、更多应用发展,让读者真正掌握图像滤波去噪算法的实质,开发和设计出自己的可移植性代码。

本书的读者对象为零基础的 MATLAB 初学者,初、中级程序员;MATLAB 图像处理从业人员,MATLAB 滤波去噪算法开发人员,MATLAB 的开发爱好者及相关从业人员;高职院校师生及相关培训学校的学员。

本书由余胜威主笔编写。该书是作者结合在西南交通大学学习期间掌握的各类图像处理算法以及出于对 MATLAB 的爱好,参阅大量的相关文献,精心编写而成。在写作过程中,参考了相关著作、论文等,在此谨对原作者表示诚挚的谢意。如有不妥,请通过北京航空航天大学出版社与作者联系,谢谢。

在本书的写作过程中,丁建明、吴婷、魏健蓝等人给予了大量的帮助,特别是对文章的编排以及程序的调试做了很多工作。另外,北京航空航天大学出版社也给予了帮助,在此一并对他们表示感谢。

书中所有程序源代码均可在北京航空航天大学出版社官网的“下载专区”(http://www.buaapress.com.cn/download.php? ptdid=1&pmenuid=5)免费下载。同时,北京航空航天

若您对此书内容有任何疑问,可以凭在线交流卡登录 MATLAB 中文论坛与作者交流。

大学出版社联合 MATLAB 中文论坛为本书设立了在线交流平台,网址:<http://www.ilove-matlab.cn/forum-248-1.html>。我们希望借助这个平台实现与广大读者面对面的交流,解决大家在阅读本书过程中遇到的问题,分享彼此的学习经验,从而达到共同进步的目的。

由于作者水平有限,书中存在的错误和疏漏之处,恳请广大读者和同行批评指正。本书勘误网址:<http://www.ilovematlab.cn/thread-433485-1-1.html>。

作者

2015 年 2 月于成都

若您对此书内容有任何疑问,可以凭在线交流卡登录 MATLAB 中文论坛与作者交流。

目 录

第 1 章 图像颜色空间相互转换与 MATLAB 实现	1
1.1 图像颜色空间原理	1
1.1.1 RGB 颜色空间	1
1.1.2 YCbCr 颜色空间	4
1.1.3 YUV 颜色空间	5
1.1.4 YIQ 颜色空间	6
1.1.5 HSV 颜色空间	7
1.1.6 HSL 颜色空间	9
1.1.7 HSI 颜色空间	12
1.1.8 CIE 颜色空间	13
1.1.9 LUV 颜色空间	15
1.1.10 LAB 颜色空间	17
1.1.11 LCH 颜色空间	20
1.2 颜色空间转换与 MATLAB 实现	23
1.2.1 图像 YCbCr 与 RGB 空间相互转换及 MATLAB 实现	23
1.2.2 图像 YUV 与 RGB 空间相互转换及 MATLAB 实现	25
1.2.3 图像 YIQ 与 RGB 空间相互转换及 MATLAB 实现	28
1.2.4 图像 HSV 与 RGB 空间相互转换及 MATLAB 实现	30
1.2.5 图像 HSL 与 RGB 空间相互转换及 MATLAB 实现	33
1.2.6 图像 HSI 与 RGB 空间相互转换及 MATLAB 实现	37
1.2.7 图像 LUV 与 RGB 空间相互转换及 MATLAB 实现	41
1.2.8 图像 LAB 与 RGB 空间相互转换及 MATLAB 实现	46
1.2.9 图像 LCH 与 RGB 空间相互转换及 MATLAB 实现	51
第 2 章 图像噪声概率密度分布与 MATLAB 实现	56
2.1 噪声概率密度分布函数	56
2.1.1 均匀分布	57
2.1.2 正态分布	58
2.1.3 卡方分布	58
2.1.4 F 分布	59
2.1.5 t 分布	60
2.1.6 Beta 分布	62
2.1.7 指数分布	62
2.1.8 Gamma 分布	63
2.1.9 对数正态分布	64
2.1.10 瑞利分布	65

2.1.11 威布尔分布	65
2.1.12 二项分布	67
2.1.13 几何分布	68
2.1.14 泊松分布	68
2.1.15 柯西分布	69
2.2 图像噪声的产生与 MATLAB 实现	71
2.2.1 图像噪声均匀分布与 MATLAB 实现	71
2.2.2 图像噪声正态分布与 MATLAB 实现	73
2.2.3 图像噪声卡方分布与 MATLAB 实现	75
2.2.4 图像噪声 F 分布与 MATLAB 实现	76
2.2.5 图像噪声 t 分布与 MATLAB 实现	77
2.2.6 图像噪声 Beta 分布与 MATLAB 实现	79
2.2.7 图像噪声指数分布与 MATLAB 实现	80
2.2.8 图像噪声伽马分布与 MATLAB 实现	81
2.2.9 图像噪声对数正态分布与 MATLAB 实现	82
2.2.10 图像噪声瑞利分布与 MATLAB 实现	83
2.2.11 图像噪声威布尔分布与 MATLAB 实现	85
2.2.12 图像噪声二项分布与 MATLAB 实现	85
2.2.13 图像噪声几何分布与 MATLAB 实现	87
2.2.14 图像噪声泊松分布与 MATLAB 实现	88
2.2.15 图像噪声柯西分布与 MATLAB 实现	89
第 3 章 理想滤波器设计与 MATLAB 实现	91
3.1 理想滤波算法原理	91
3.2 理想带阻滤波	91
3.2.1 算法原理	91
3.2.2 算法仿真与 MATLAB 实现	93
3.3 理想低通滤波	94
3.3.1 算法原理	94
3.3.2 算法仿真与 MATLAB 实现	95
3.4 理想高通滤波	97
3.4.1 算法原理	97
3.4.2 算法仿真与 MATLAB 实现	98
3.5 理想陷波滤波	99
3.5.1 算法原理	99
3.5.2 算法仿真与 MATLAB 实现	100
第 4 章 巴特沃斯滤波器设计与 MATLAB 实现	102
4.1 巴特沃斯滤波算法原理	102
4.2 巴特沃斯带阻滤波	102
4.2.1 算法原理	102
4.2.2 算法仿真与 MATLAB 实现	103

4.3 巴特沃斯低通滤波	105
4.3.1 算法原理	105
4.3.2 算法仿真与 MATLAB 实现	106
4.4 巴特沃斯高通滤波	107
4.4.1 算法原理	107
4.4.2 算法仿真与 MATLAB 实现	108
4.5 巴特沃斯陷波滤波	110
4.5.1 算法原理	110
4.5.2 算法仿真与 MATLAB 实现	111
第 5 章 高斯滤波器设计与 MATLAB 实现	113
5.1 高斯滤波算法原理	113
5.2 高斯带阻滤波	113
5.2.1 算法原理	113
5.2.2 算法仿真与 MATLAB 实现	114
5.3 高斯低通滤波	115
5.3.1 算法原理	115
5.3.2 算法仿真与 MATLAB 实现	116
5.4 高斯高通滤波	118
5.4.1 算法原理	118
5.4.2 算法仿真与 MATLAB 实现	119
5.5 高斯陷波滤波	121
5.5.1 算法原理	121
5.5.2 算法仿真与 MATLAB 实现	122
第 6 章 线性滤波器设计与 MATLAB 实现	124
6.1 线性平滑滤波	124
6.1.1 算法原理	124
6.1.2 算法仿真与 MATLAB 实现	127
6.2 双线性插值滤波	129
6.2.1 算法原理	129
6.2.2 算法仿真与 MATLAB 实现	130
第 7 章 锐化滤波器设计与 MATLAB 实现	132
7.1 图像锐化处理	132
7.2 线性锐化滤波	132
7.2.1 算法原理	132
7.2.2 算法仿真与 MATLAB 实现	132
7.3 Sobel 滤波	134
7.3.1 算法原理	134
7.3.2 算法仿真与 MATLAB 实现	134
7.4 Canny 滤波	135
7.4.1 算法原理	135

若您对此书内容有任何疑问，可以凭在线交流卡登录MATLAB中文论坛与作者交流。

7.4.2 算法仿真与 MATLAB 实现	136
7.5 Prewitt 滤波	138
7.5.1 算法原理	138
7.5.2 算法仿真与 MATLAB 实现	139
7.6 Roberts 滤波	140
7.6.1 算法原理	140
7.6.2 算法仿真与 MATLAB 实现	140
7.7 拉普拉斯滤波	141
7.7.1 算法原理	141
7.7.2 算法仿真与 MATLAB 实现	142
7.8 Kirsch 滤波	143
7.8.1 算法原理	143
7.8.2 算法仿真与 MATLAB 实现	144
第 8 章 常用平滑滤波器设计与 MATLAB 实现	146
8.1 平滑滤波算法原理	146
8.2 几何均值滤波	146
8.2.1 算法原理	146
8.2.2 算法仿真与 MATLAB 实现	146
8.3 排序滤波	147
8.3.1 算法原理	147
8.3.2 算法仿真与 MATLAB 实现	148
8.4 中值滤波	149
8.4.1 算法原理	149
8.4.2 算法仿真与 MATLAB 实现	150
8.5 自适应平滑滤波	151
8.5.1 算法原理	151
8.5.2 算法仿真与 MATLAB 实现	152
8.6 自适应中值滤波	154
8.6.1 算法原理	154
8.6.2 算法仿真与 MATLAB 实现	155
8.7 超限邻域滤波	156
8.7.1 算法原理	156
8.7.2 算法仿真与 MATLAB 实现	157
第 9 章 谐波均值滤波器设计与 MATLAB 实现	159
9.1 谐波均值滤波	159
9.1.1 算法原理	159
9.1.2 算法仿真与 MATLAB 实现	159
9.2 逆谐波均值滤波	160
9.2.1 算法原理	160
9.2.2 算法仿真与 MATLAB 实现	161

第 10 章 高级滤波器设计与 MATLAB 实现	162
10.1 逆滤波	162
10.1.1 算法原理	162
10.1.2 算法仿真与 MATLAB 实现	164
10.2 双边滤波	166
10.2.1 算法原理	166
10.2.2 算法仿真与 MATLAB 实现	166
10.3 同态滤波	169
10.3.1 算法原理	169
10.3.2 算法仿真与 MATLAB 实现	171
10.4 小波滤波	173
10.4.1 算法原理	173
10.4.2 算法仿真与 MATLAB 实现	174
10.5 六抽头插值滤波	176
10.5.1 算法原理	176
10.5.2 算法仿真与 MATLAB 实现	177
10.6 形态学滤波	179
10.6.1 算法原理	179
10.6.2 算法仿真与 MATLAB 实现	180
10.7 约束最小平方滤波	182
10.7.1 算法原理	182
10.7.2 算法仿真与 MATLAB 实现	183
10.8 非线性复扩散滤波	187
10.8.1 算法原理	187
10.8.2 算法仿真与 MATLAB 实现	188
第 11 章 特殊滤波器设计与 MATLAB 实现	192
11.1 Lee 滤波	192
11.1.1 算法原理	192
11.1.2 算法仿真与 MATLAB 实现	193
11.2 Gabor 滤波	195
11.2.1 算法原理	195
11.2.2 算法仿真与 MATLAB 实现	201
11.3 Wiener 滤波	203
11.3.1 算法原理	203
11.3.2 算法仿真与 MATLAB 实现	204
11.4 Kuwahara 滤波	206
11.4.1 算法原理	206
11.4.2 算法仿真与 MATLAB 实现	207
11.5 Beltrami 流滤波	210
11.5.1 算法原理	210

11.5.2 算法仿真与 MATLAB 实现	211
11.6 Lucy - Richardson 滤波	213
11.6.1 算法原理	213
11.6.2 算法仿真与 MATLAB 实现	214
11.7 Non - Local Means 滤波	215
11.7.1 算法原理	215
11.7.2 算法仿真与 MATLAB 实现	216
参考文献	220

图像分割识别的第一步为图像颜色空间选择,然后进行滤波去噪,最后是对感兴趣目标的分割识别。考虑到不同图像滤波去噪算法是在不同颜色空间下执行的,因此本章首先阐述图像的颜色空间,具体包括 RGB、YCbCr、YUV、YIQ、HSV、HSL、HSI、CIE、LUV、LAB、LCH 等颜色空间。本章涉及图像颜色空间类型较全面,并提供了 YCbCr 与 RGB 空间相互转换、YUV 与 RGB 空间相互转换、YIQ 与 RGB 空间相互转换、HSV 与 RGB 空间相互转换、HSL 与 RGB 空间相互转换、HSI 与 RGB 空间相互转换、LUV 与 RGB 空间相互转换、LAB 与 RGB 空间相互转换、LCH 与 RGB 空间相互转换理论公式以及程序代码,帮助广大读者朋友快速掌握图像颜色空间属性。

1.1 图像颜色空间原理

1.1.1 RGB 颜色空间

人眼之所以能够很迅速地定位外界运动的目标,感知外界环境的变换,归根结底是因为人眼类似于一个光学感知系统,能够感知外界信息,并且能够实现成像等功能,使得人眼能够看清楚外界环境,且根据颜色的不同以及形状的不同判断不同的物体。

(1) 人眼结构

人眼因其结构的复杂性,可以区分我们能够辨别的所有颜色以及细节特征。人眼形状近似成球状,并且人眼内部比较复杂,大致由角膜、巩膜组成。其具体结构如图 1-1 所示。

人眼最前端为眼角膜,它的作用是保护眼球内部结构不受损伤,并有透光作用;眼球外表面还有一层眼巩膜,巩膜主要作用也是保护眼球不受伤害。从角膜后面由前往后依次为虹膜、睫状体和脉络膜。

(2) 人眼视觉特性

人眼结构主要分为 3 部分:屈光系统、成像系统和感光系统。

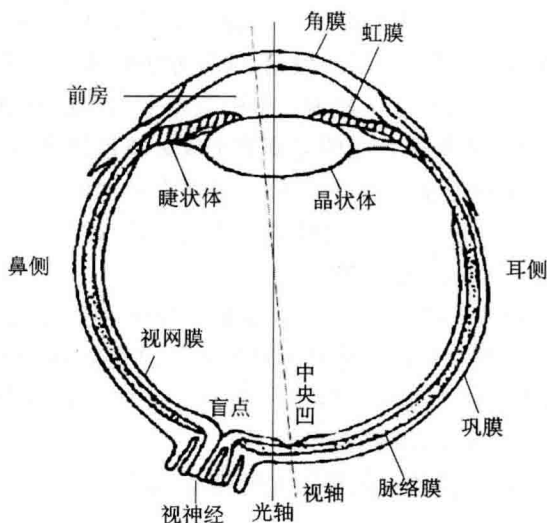


图 1-1 右眼球剖面图

1) 屈光系统

人眼的屈光系统主要由角膜、瞳孔、房水、晶状体和玻璃体等部分组成。屈光系统的主要作用为成像,即将人眼看到的物体投影到人眼视网膜上,然后通过晶状体等来控制成像。

2) 成像系统

成像系统,顾名思义就是控制成像。人眼通过屈光系统后,采集到图像,接下来就是成像,使得人眼能够得到较清晰的图像。与照相机相似,成像主要由曝光量、焦距等参数控制。

曝光量控制功能主要由瞳孔实现,它类似于照相机的光圈,起光阑的作用,可以随光线的明暗变化自动调节自身的直径,控制进入眼睛的通光量。人眼成像焦距主要由晶状体的形状变化来实现,它类似于相机的变焦镜头,通过调节晶状体的曲率半径,在一定范围内改变屈光度,使物体清晰地成像在视网膜上。

3) 感光系统

我们知道,人眼能感受到光的波长在 380~780 nm 的范围内。光的波长不同,颜色也就不同。随着光波长的减小,可见光依次为红、橙、黄、绿、青、蓝、紫,只有单一波长成分的光称为纯色光,也称单色光。

人眼感受彩色主要包括三个要素:亮度、色调和饱和度。亮度是指物体的明亮程度,与色光所含能量有关;色调指颜色的类别,与光的波长有关,改变光的波谱成分,光的色调会发生变化;色饱和度指色调深浅的程度(纯度),对物体而言,色饱和度与物体的反射光谱选择性有关。

1931 年,国际照明委员会(CIE)规定,光谱中波长 700 nm 的红色(R)、546.1 nm 的绿色(G)以及 435.8 nm 的蓝色(B)为三种基色光,简称三基色,有时也叫三原色。

现有的彩色显示设备大多采用的是 RGB 颜色空间,即三原色实现彩色显示。RGB 颜色空间分为 R、G、B 三原色,R、G、B 三原色是相互独立的。

自然界中大部分常见的颜色都可以由 R、G、B 三原色通过一定的比例混合而成。不同比例混合,能产生不同的颜色,这种方法称为混色法。这是现代彩色显示的基本理论,包括相加混色和相减混色。显示设备中主要采用相加混色。在相加混色中,各成分基色的光谱成分相加,混色所得彩色光的亮度等于成分基色的亮度之和。

在彩色显示时,将三原色显示在相同的像素点上。由于人眼分辨力的局限,各基原色所发出的光混合在一起,这样就产生了混色,这就是空间混色理论。

(3) RGB 颜色空间

RGB 色彩模式是工业界的一种颜色标准,是通过红(R)、绿(G)、蓝(B)三个颜色通道的变化以及它们相互之间的叠加来得到各式各样颜色的。RGB 即代表红、绿、蓝三个通道的颜色,这个标准几乎包括了人类视力所能感知的所有颜色,是目前运用最广的颜色系统之一。

图 1-2 为 RGB 彩色图像。^①

RGB 颜色空间是正方形模型,如图 1-3 所示。

^① 因本书为单色印刷,不同颜色空间图像显示的效果难以直观地显示出来,故将所有彩色图打包随源程序放在 MATLAB 中文论坛(本书的在线交流版块)www.ilovematlab.cn 中,读者可到该论坛进行程序下载,运行程序得到案例结果。程序下载:<http://www.ilovematlab.cn/thread-433488-1-1.html>。——出版者注

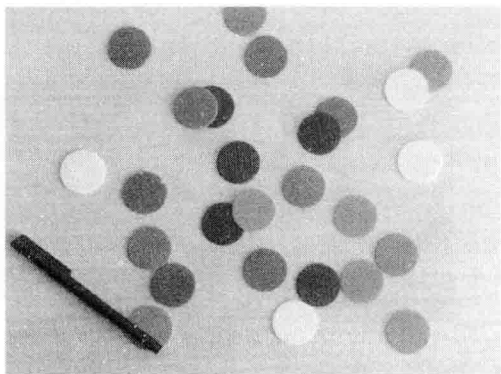


图 1-2 RGB 图像

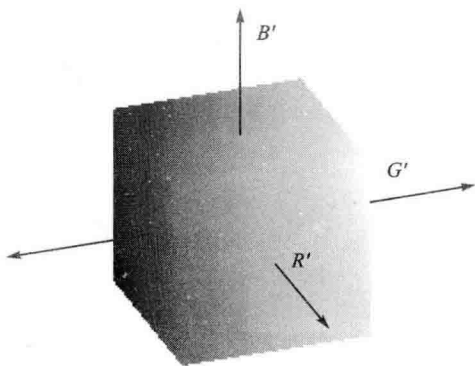


图 1-3 RGB 颜色空间

绘制该 RGB 颜色空间模型, MATLAB 程序如下:

```
function ysw2
clc,clear,close all    % 清理命令区、清理工作区、关闭显示图形
warning off            % 消除警告
feature jit off        % 加速代码运行
[x,y,z,Tri] = makeshape('Cube'); % 立方形
CData = [x,y,z];
myplot((x-0.5)*0.8,(y-0.5)*0.8,(z)*0.8,Tri,CData); % 绘制图形
coloraxis('R!!!',5,0.5*0.8); % 坐标轴标记
coloraxis('G!!!',6,0.5*0.8); % 坐标轴标记
coloraxis('B!!!',3); % 坐标轴标记
view([65 34]); % 视角
end
```

```
function [x,y,z,Tri] = makeshape(Shape) % 选择形状
% 3D 立方形 Cube
N=12; % 每个边的顶点数 Vertices
% 立方形参数
Nth=25; % 每一个角度上的顶点数 Nth-1 应该是 12 的倍数
Nr=4; % 半径方向上的定点数
Nz=8; % Z 方向上的定点数
[u,v] = meshgrid(linspace(0,1,N),linspace(0,1,N)); % 网格化
u = u(:); % 列
v = v(:); % 列
x = [u;u;u;zeros(N*2,1);ones(N*2,1)]; % 合并矩阵
y = [v;v;zeros(N*2,1);ones(N*2,1);v;v]; % 合并矩阵
z = [zeros(N*2,1);ones(N*2,1);v;v;u;u]; % 合并矩阵
Tri = trigrid(N,N); % 三角形体网格
Tri = [Tri;N*2+Tri;2*N*2+Tri;3*N*2+Tri;4*N*2+Tri;5*N*2+Tri];
end
```

由图 1-2 和图 1-3 可知,RGB 图像包括红(R)、绿(G)、蓝(B)三原色,其中 RGB 图像灰度图在彩色图像的分割中,应用较多。在 MATLAB 中由 `rgb2gray()` 函数完成,且大多数算法都是基于灰度图进行图像的处理的。如图 1-4 所示为 RGB、灰度图像、R 通道、G 通道、B 通道图像。

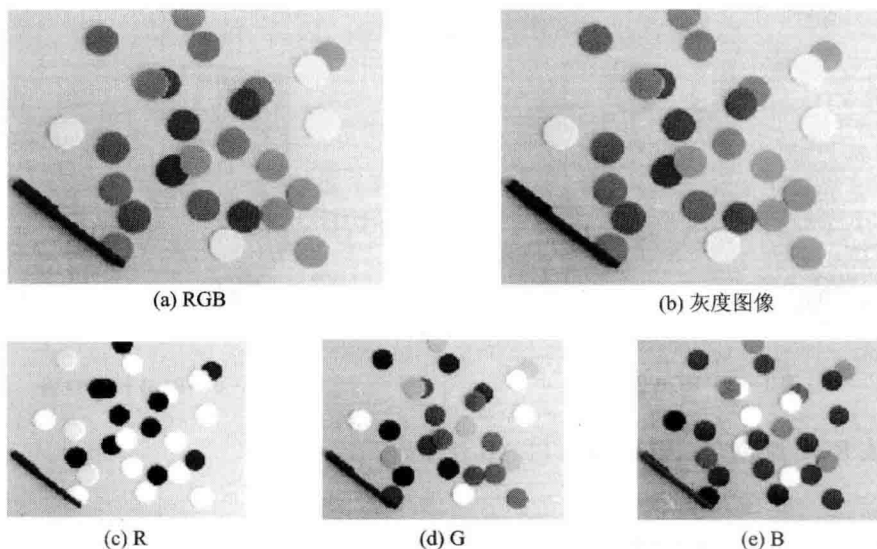


图 1-4 RGB 及各通道图像

RGB 颜色模型是图像处理中最常用的颜色模型,现有的图像采集设备最初采集到的颜色信息是 RGB 值,图像处理中使用的其他颜色空间也是从 RGB 颜色空间转换来的。

值得注意的是:RGB 颜色空间不直观,从 RGB 值中很难判断该值所表示的颜色,因此,RGB 颜色空间不符合人对颜色的感知心理。另外,RGB 颜色空间是不均匀的颜色空间,两种颜色之间的视觉差异不能通过该颜色空间中两个颜色点之间的距离来表示。

1.1.2 YCbCr 颜色空间

数字视频领域中一般选用的色彩模型是 YCbCr 空间。YCbCr 模型通常用亮度(Y)和色差分量(Cb,Cr)两个参数描述颜色信息,其中 Cb 是蓝色色度偏差分量,Cr 是红色色度偏差分量。Cb 分量即 RGB 空间中的 B 分量和亮度值的偏差,而 Cr 分量则被定义为 RGB 中的红色分量 R 与亮度值之间的偏差。使用 YCbCr 颜色空间模型减少了数据的存储空间和数据传输的带宽,并且 YCbCr 颜色空间模型单独抽取出了图像视频的亮度信息,使得与黑白电视的兼容性更强,从而广泛应用于数字视频领域。YCbCr 图像如图 1-5 所示。

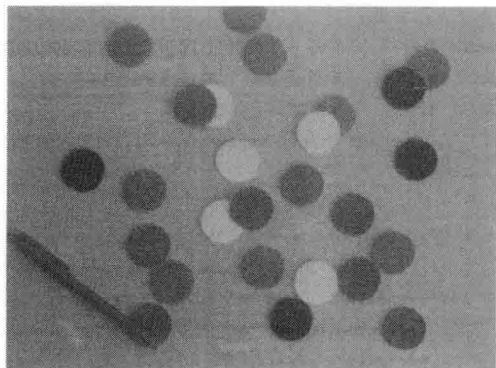


图 1-5 YCbCr 图像

根据图 1-5 所示 YCbCr 图像,单独显示 Y、Cb、Cr 各通道图像,如图 1-6 所示。

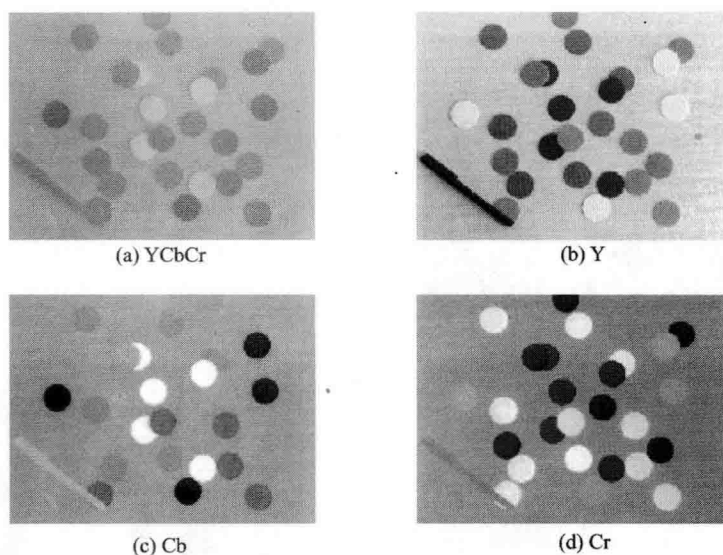


图 1-6 YCbCr 图像及各通道图像

1.1.3 YUV 颜色空间

YUV 是 PAL 和 SECAM 模拟彩色电视制式采用的颜色空间。YUV 颜色空间以演播室质量标准为目标,采用 CCIR601 编码,现 YUV 颜色空间被广泛应用在电视的色彩显示等领域中。

YUV 颜色空间,其中 Y 表示明亮度(luminance 或 luma),也就是灰阶值;而 U 和 V 表示的则是色度(chrominance 或 chroma), U 和 V 是构成彩色的两个分量,作用是描述影像色彩及饱和度,用于指定像素的颜色。YUV 颜色空间具有将亮度分量分离等优点,其中 YUV 颜色空间能够由 RGB 颜色空间线性变换得到,将 RGB 颜色空间转换到 YUV 颜色空间,也有其广泛的应用,特别是含肤色的图像分割中,应用较普遍。

值得注意的是:YUV 颜色空间的一个重要优点是,可以利用人眼特性来降低数字彩色图像所需要的存储容量。

YUV 图像如图 1-7 所示。

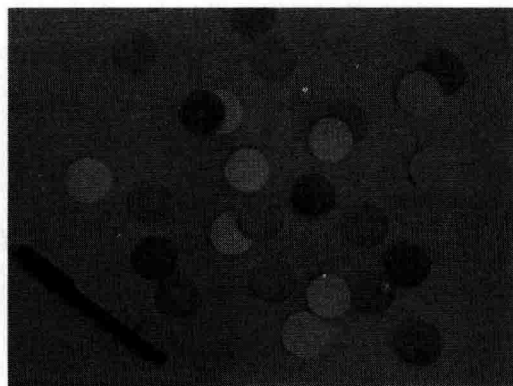


图 1-7 YUV 图像