

基于判别分析的图形图像分类方法

蔡圣燕¹, 聂旋¹, 郭淑勤²

(1. 天津科技大学 包装与印刷工程学院, 天津 300222; 2. 广东万昌印刷包装有限公司, 佛山 528315)

摘要 在色彩管理中, 为了实现再现意图的自动选择, 首先需要实现图形和图像的自动分类。本研究通过观察和分析大量不同类型原稿, 得出图形与图像之间的本质差异在于颜色空间分布特性不同, 并在此基础上, 提炼出了具有显著区分能力的若干特征, 并按照区分能力大小对其进行筛选。然后采用判别分析法, 根据筛选得到的区分特征建立了图形图像判别函数。经检验, 本方法的判别精度达到 96.75%。

关键词 色彩管理; 图像; 图形; 自动分类; 空间特性; 颜色特征; 判别分析

中图分类号 TS801.3

文献标识码 A

文章编号 1674-5752(2013)03-24-05

Classification Method for Graphic and Picture Based on Discriminant Analysis

CAI Sheng-yan¹, NIE Xuan¹, GUO Shu-qin²

(1. College of Packaging and Printing Engineering, Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China;

2. Guangdong Man Cheong Packaging Printing CO., LTD., Foshan 528315, China)

Abstract In order to realize automatic choosing rendering intent in color management, the automatic classification for graphic and picture should be accomplished firstly. In this study, through analyzing the characteristics of a large number of images, it was confirmed that the essential difference between graphic and picture was the color spatial distribution characteristics. Based on that, several mathematical features were refined and selected in terms of their classification performance. With the selected features, discriminant analysis method was adopted to build up discriminant functions. Finally, the accuracy of the functions has been tested which is up to 96.75%.

Key words Color management; Picture; Graphic; Automatic classification; Spatial characteristic; Color property; Discriminant analysis

0 引言

近年来, 随着印刷技术的不断发展, 色彩管理技术已成为印刷行业关注的焦点。色彩管理过程中, 再现意图的选择对于印刷品颜色的准确复制有着较大影响。但再现意图概念对于大多数用户来说难以理解, 其选择也就成为一个难点。为了提高色彩管理效果, 实现色彩管理智能化, 需要在复制过程中实现再现意图自动选择。而再现意图的自动选择需要考虑图像颜色特征因素。根

据图像颜色特征的差异, 图像可以分为计算机图形和自然图像(以下简称图形和图像)两类。通常来说, 图像适合采用感知再现意图, 而图形适合采用相对色度再现意图。因此, 为了实现再现意图的自动选择, 需要研究图形图像的自动分类。

现有的图形图像自动分类方法主要通过分析图像的空间特性、纹理边缘和颜色三方面信息来对图像进行分类^[1-4], 存在的不足之处在于所选分类特征的鲁棒性较差, 判别精度较低, 会将具有大面积纯色背景的图像误判为图形, 将具有复杂纹理信息的图形误判为图像。

为了解决以上问题，本研究通过观察大量不同类型原稿放大后的微观结构，发现图形和图像的本质差异不在于颜色数量或色域大小，而在于颜色空间分布特性。该特性反映到具体图像上，表现为邻域内像素的颜色变化情况，因此可将能够反映图像邻域像素颜色变化的特征作为图形图像分类的根本依据。在此基础上，本研究提炼出了具有显著区分能力的若干特征，并按照区分能力大小对特征进行筛选；然后采用统计学中的判别分析法根据筛选后的特征建立图形图像判别函数，并对判别函数精度进行了验证。

1 图形图像分类特征的建立

对于一般的图片，通过肉眼就可以很快分辨出图形与图像，但对于模棱两可的图像，就很难对其判断。对计算机而言，必须要为其提供可以定量描述的图像特征，并在此基础上为其制定明确的分类规则，这样，计算机程序才能按照所制定的规则对数字原稿进行分类，然后自动选择合适的再现意图，完成颜色转换。

本研究采用以下方法对图像特征进行分类：

- 1) 首先通过观察图像放大后的微观结构以及图像的各种属性，分析得到图形图像之间的本质差异；
- 2) 在此基础上，寻找并提取能够反映该本质差异的图像特征；
- 3) 选择适当的图片，建立训练图库，通过训练图库的训练得到单个分类特征的阈值和判别精度；
- 4) 根据判别精度的高低对图像特征进行初步选择；
- 5) 采用类内、类间方差法对特征进行优选^[3]，进一步筛选出具有显著区分能力的 11 种图像特征；
- 6) 利用优选得到的特征，在 SAS 统计分析软件中进行判别分析，获得相应的判别函数及判别精度；
- 7) 使用测试图库对判别函数的判别精度进行验证。

2 实验

2.1 实验图库的建立

实验图库目前尚无统一标准。本研究共选取 768 张数字图像，其中 368 张为训练图库，400 张作为检测图库。为避免图形和图像的比例对判别结果造成影响，实

验中将两个图库中图像和图形的比例都保持为 1:1，即训练图库中，图像、图形各 184 张，检测图库中，图像、图形各 200 张。这些图像通过网络方式获取，并采用 Photoshop 软件进行一定的预处理，对图像的格式、分辨率、大小等进行统一。最后通过人工判断，将其标记为图形和图像。

为有效避免由于不同编码方式对于判别结果的影响，将获得的图片均以 RGB 模式、Tiff 格式进行保存。采用 RGB 的色彩模式，是为避免由于色彩模式的转换造成颜色信息的丢失。采用 Tiff 格式，主要是由于 Tiff 格式采用的压缩方式属于无损压缩，保存的信息量较大。另外，它还是印刷业中使用最普遍的图像格式，具有广泛的代表性。

2.2 图形图像分类特征的提取及优选

图 1 和图 2 分别是对图像和图形进行局部放大的效果。对大量样本观察发现：图像的特点在于层次丰富，相邻像素颜色变化小；而图形的特点在于颜色数少，多平网色块，且色块间的颜色变化大。根据对图形图像特征的分析，两者之间的根本差异在于相邻像素颜色变化的程度不同。连续调图像相邻像素颜色变化平缓，层次细腻；图形相邻像素颜色之间绝大部分没有差异，只在色块边缘有较大的变化。因此可以将相邻像素颜色变化作为图形图像判断的根本依据。也就是说，凡是能够反映数字图像相邻像素颜色变化的特征都可以作为图形图像分类的依据。

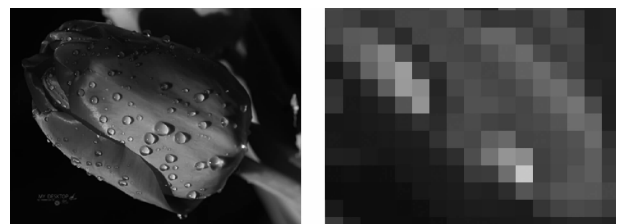


图 1 图像及其局部放大图
Fig.1 A picture and its microstructure

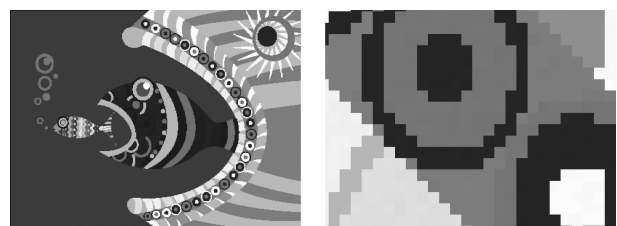


图 2 图形及其局部放大图
Fig.2 A graphic and its microstructure

根据以上原则,本研究选取 11 种具有代表性的数字图像特征(见表 1):这些特征有些是在原有特征的基础上经过改进得到的,有些通过自行构造得到^[5-6];有些特征只要提取图像单一通道即可获得,有些则综合了图像三个通道的所有信息。

表 1 图像特征及分类精度
Tab. 1 Image features and classification accuracy

序号	特征	子特征	英文缩写	判别精度 (%)		
				R	G	B
1	灰度直方图	平滑度	S	89.67	90.76	89.67
2	梯度	零梯度	G	92.39	91.85	92.39
3	行程统计矩阵	行程比	RPG	89.67	90.76	89.67
4	邻域相似比		NSR	91.30	95.10	95.10
5	颜色相似度	Th=2	CS	91.30	93.48	93.48
6		平滑度	FNS	90.22	88.59	90.22
7	邻域最大灰度差	最大频率	FNMF	89.67	89.40	89.40
8		级数	FNL	74.46	74.46	69.57
9	灰度级数		GLS	84.24	83.70	82.61
10	颜色渐变	平滑度	CTS		91.85	
11	饱和度	平滑度	SS		85.32	

表 1 给出了所有特征各个通道对于训练图库的判别精度情况。其中,采用邻域相似比 NSR 进行判断分类,取得的精度最高,可达 95.10%。以上这些特征都具有较好的区分能力,计算量也比较小。但是将每个特征单独用于判断分类时,其判别精度不能满足需求。为了实现更高的判别精度,可以将各个特征综合起来用于判别。另外,从表 1 还可以看出,在计算基于单通道的图像特征时,三个通道的判别精度相差不大,因此可以取任一通道来进行特征数据的提取。需要注意的是,在图片单通道中只有一种灰度级的情况下,计算某些特征时分母会出现 0 的情况。本研究根据图库的情况,采用 G 通道作为特征数据提取的主要通道。

在使用单个特征进行分类时,发现含有大面积纯色背景的图像往往被误判为图形,而一些含有复杂纹理的图形被误判为图像。经研究发现,灰度级数特征的引入能够很好地解决这个问题。对于含有大面积纯色背景的图像来说,其与普通图像一样,含有比较多的灰度级数;而对于含有复杂纹理的图形,其实际包含的灰度级数同普通图形相似,也是比较少的。因此,通过灰度级数就可以有效地避免大面积纯色背景以及复杂纹理对判

别精度的影响。

2.3 图形图像分类特征的判别分析及精度验证

判别分析(Discriminant Analysis)是用来判别个体所属类别的一种统计方法,是根据已掌握的一批分类明确的样品,建立一个判别函数,使得用此判别函数进行判别时错判事例最少,进而能用此判别函数判别给定的新样品所属类别。利用训练集图库得到 11 种特征的原始数据,经判别分析就可以得到各自的判别函数和判别精度^[7]。

逐步判别分析实验的结果显示,用 G、GLS、FNL、S 和 CTS 5 个特征作为指标建立判别函数是最优的。采用 5 特征进行判别分析得到的判别函数如下:

$$Graphic = -54.32 + 0.01S + 0.02GLS + 0.01FNL + 0.18G + 0.6CTS - 0.01CTS^2 \quad (1)$$

$$Image = -71.59 + 0.11S + 0.49GLS - 0.06FNL - 0.04G + 0.07CTS - 0.01G^2 \quad (2)$$

将需要判别归属分类图像的 5 个特征数据代入公式(1)和公式(2),求得 Graphic 值和 Image 值,比较两者的大小,观测对象归属于数值较大的一类。

采用 11 特征的判别函数如式(3)和式(4),其判别方法与 5 特征判别法相同。

$$Graphic = -881.29 + 15.73RPG - 0.19S + 0.43GLS + 14.87CS + 0.25FNS - 1.61FNMF - 0.29FNL + 2.42G + 0.61CTS + 0.1SS + 0.78NSR - 0.1RPG^2 - 0.06RPG \times CS - 0.02RPG \times G - 0.08CS^2 + 0.01CS \times FNMF - 0.01CS \times G - 0.01FNMF^2 + 0.01FNMF \times G - 0.03G^2 + 0.01G \times CTS - 0.01CTS^2 \quad (3)$$

$$Image = -410.14 + 6.59RPG + 0.22S + 0.59GLS + 5.41CS - 1.66FNS + 2.7FNMF - 0.11FNL - 1.49G + 0.12CTS - 0.04SS + 1.44NSR - 0.03RPG^2 - 0.03RPG \times CS + 0.01RPG \times FNS - 0.01RPG \times FNMF - 0.01RPG \times NSR - 0.06CS^2 + 0.02CS \times FNS - 0.02CS \times FNMF + 0.03CS \times G + 0.01CS \times NSR - 0.03FNS^2 + 0.05FNS \times FNMF - 0.03FNS \times G - 0.1FNMF^2 + 0.06FNMF \times G - 0.05G^2 - 0.01G \times NSR - 0.01NSR^2 \quad (4)$$

通过方差齐性检验,特征 G 具有显著区分两组类别

的能力。如果用一个特征作为指标建立判别函数式，则使用梯度 G 。梯度 G 的计算公式如式(5)。

$$|G(i, j)| = |f(i, j) - f(i+1, j)| + |f(i, j) - f(i, j+1)| \quad (5)$$

计算出要判断的图像每个像素的 G 值，统计 G 值为 0 的像素百分比。如果 0 梯度像素百分比超过 57.6%，判断为图形，否则为图像。

3 结果与分析

采用检测图库分别对单特征 G 、5 特征和 11 特征的判别函数进行检验，检验结果见表 2。

表 2 三种特征组合判别函数的判别精度(%)
Tab.2 Test results of three discriminant functions(%)

判别精度	图形	图像	平均
单特征 G	91.96	88.5	90.23
5 特征	94.97	99	96.75
11 特征	98.5	94	96.25

从表 2 可以看出，相对于根据训练图库得到的判别精度而言(见表 1)，单特征 G 用于检测图库时精度有所下降；使用 11 种特征的组合进行分类时，在图形的判断精度上比较好，达到 98.5%，而图像的判别精度则为 94%，平均判别精度为 96.25%；与 11 特征相比，使用 5 特征组合进行判断时，图形的判别精度稍微有所下降，对图像的判别精度提高较大，平均判别精度有轻微提高，达到 96.75%。同时考虑判别函数的复杂程度以及运算量，最终选择使用 5 特征组合判别函数。

4 结论

本研究通过观察分析图形图像的微观结构，基于图形图像的本质差异，提炼出具有显著区分能力的若干特征，并按照区分能力大小对特征进行筛选；然后采用统计学中的判别分析法根据筛选后的特征建立了图形图像判别函数。经检验，本研究所建判别函数的判别精度最高可达 96.75%。该方法不仅可以具有复杂纹理信息的图形正确分类，而且能够去除由于图像中含有大面积纯色背景对于图像判别精度的影响，具有较高的鲁棒性。

需要说明的是图形图像分类尚没有统一、标准的训练图库和检测图库，这使得分类方法的精度检测缺乏可

比性，只能通过增大图库样本数量提高可信度。

参考文献

- [1] 王义峰, 曾平. 一种基于亮度特征的图形图像分类方法[J]. 计算机应用, 2004, 24(4): 70-72.
WANG Yi-feng, ZENG Ping. Picture/Graphics Classification Using Intensity Features[J]. Journal of Computer Application, 2004, 24(4): 70-72.
- [2] FAN Zhi-gang, BALA Raja. Picture/Graphics Classification Using Texture Features [C]// Color Imaging: Device-Independent Color, Color Hardcopy and Applications VII. San Jose, CA, USA: SPIE, 2002(4663): 81-85.
- [3] 谢非, 陈雷霆, 邱航. 基于纹理特征提取的图像分类方法研究及系统实现[J]. 计算机应用研究, 2009, (7): 2767-2770.
XIE Fei, CHEN Lei-ting, QIU Hang. Research of Image Classification Method Based on Texture Feature Extraction and System to Achieve [J]. Application Research of Computers, 2009, 26(7): 2767-2770.
- [4] 马鲜艳. 多特征融合的图形图像分类算法[J]. 微电子学与计算机, 2009, 26(6): 250-252.
MA Xian-yan. Picture/Graphics Classification Using Multiple Features [J]. Microelectronics & Computer, 2009, 26(6): 250-252.
- [5] PRABHAKAR Sail, CHENG Hui, FAN Zhi-gang. Picture/Graphics Classification System and Methods [P]. USA: US 2002/0031268A1, 2002-05-14.
- [6] MAURIZIO Garbarino. Automatic Classification of Natural and Synthetic Images [D]. Sweden: Royal Institute of Technology, 2008.
- [7] 邓祖新. 数据分析方法和 SAS 系统 [M]. 上海: 上海财经大学出版社, 2006: 329-361.
DENG Zu-xin. Data Analyze Method and SAS System [M]. Shanghai: Shanghai University of Finance & Economic Press, 2006: 329-361.

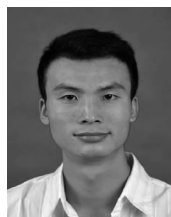
主要作者



蔡圣燕 (1973 年 -), 博士, 副教授, 硕士生导师; 主要研究方向为跨媒体图像再现, 包括移动终端和印刷媒体。
Associate professor CAI Sheng-yan, born in 1973. She got the doctor degree and now is a

supervisor of graduate students. Her research interest is cross-media image reproduction including mobile terminal and print media.

E-mail: shycai@tust.edu.cn



聂旋(1988年-), 硕士; 主要研究方向为移动终端色彩管理。

NIE Xuan, born in 1988. He got the master degree and his research interest is color management on mobile terminal.

E-mail: nxhz2010@126.com

“印刷与包装高等教育与教学研究”专题征稿启事

为了促进印刷包装相关高等教育改革发展成果交流, 创新教学理念, 推动高等教育的内涵式发展, 提升高等教育质量, 加快学科建设, 优化学科结构, 增强学科核心竞争力, 深化高校课程设置改革, 优化专业人才培养机制, 《中国印刷与包装研究》2013年4期(2013年8月出版)将推出“印刷与包装高等教育及教学研究”专题, 欢迎各院校教师及教育界人士踊跃投稿。

一、专题内容

1. 学科建设与发展新思路
2. 高等专业人才培养新机制
3. 课程设计与实践新举措
4. 教学内容多样化新趋势
5. 教学模式与方法新变化

二、截稿日期

2013年6月20日

三、征稿要求

1. 论文要求论点清晰新颖、论据充分严谨、资料及数据可靠准确、结论基本正确, 并具有创造性、科学性。语言精炼, 严禁抄袭, 文责自负。
2. 请以 Word 格式提交论文, 具体格式要求请参考

《中国印刷与包装研究》征稿启事或登陆 <http://www.keyin.cn/plus/view.php?aid=118531>

3. 经审稿合格后刊登的稿件, 编辑部将酌收版面费, 文章发表后将酌致稿酬。

四、联系信息

《中国印刷与包装研究》编辑部

联系地址: 北京海淀区翠微路2号中国印刷科学技术研究所A座105室

投稿热线: 8610-88275607 88275760

投稿邮箱: study@keyin.cn keyinstudy@gmail.com

投稿提醒: 请务必在稿件中注明主要作者的联系方式