

基于邻域相似比的图形图像分类方法研究

蔡圣燕, 郭淑勤, 聂旋

(天津科技大学, 天津 300222)

摘要: 通过研究图像邻域相似关系, 提出了“邻域相似比”的概念。邻域相似比能够表征图像邻域颜色的相似程度。然后以此为核心构建了图形图像分类模型, 在 Matlab 环境中编译算法进行了仿真实验。结果表明, 利用邻域相似比进行图形图像分类, 算法简单快捷, 运算成本低, 正确率高。

关键词: 图形; 图像; 栅格图像; 邻域相似比

中图分类号: TS801.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2012)17-0027-03

Research of Image Classification Based on Neighborhood Similarity Ratio

CAI Sheng-yan, GUO Shu-qin, NIE Xuan

(Tianjin University of Science & Technology, Tianjin 300222, China)

Abstract: Similarity relationships among neighborhood pixels of images were studied and a new concept "neighborhood similar ratio" was put forward. Neighborhood similarity ratio can represent similarity degree of neighborhood color of image. Then an image classification algorithm was proposed in terms of it and simulated in Matlab. The result showed that the image classification method based on neighborhood similarity ratio is fast and efficient with low cost.

Key words: graph; image; grid image; neighborhood similarity ratio

栅格图像(Image)根据颜色特性可分成图形(Graphic)与图像(Picture)两大类。图形色彩构成简单, 层次变化很少, 主要由纯色块或线条组成, 如地图、卡通漫画; 图像色彩丰富, 层次细腻, 过渡自然, 如自然照片。

由于图形和图像具有迥异的颜色特性, 它们在不同呈色设备间传递复制时需采用不同的再现意图才能达到最佳复制效果^[1], 文件保存时需采用不同的压缩方式才能达到理想的压缩率^[2], 而要实现这些功能的智能化, 首先必须研究图形图像自动分类。

图形图像自动分类算法已有不少研究, 有基于直方图包络的分类方法^[3], 但该方法存在颜色的空间信息易丢失以及特征维数过高的问题; 基于纹理能量特征^[4]的分类方法局限于扫描图像; Revanka S 等提出的方法^[5]分类结果受图像分割算法选择影响较大, 算法复杂; 加权颜色直方图和信息熵方法^[6]虽然在一定程度上有效提取了图像颜色的空间分布信息, 但存在

颜色量化的问题; 边缘检测法对分辨率图像的判断效果不佳^[7]。

笔者通过观察比较图形和图像邻域像素的颜色情况, 提出邻域相似比概念, 并以此为核心构建了图形图像自动分类模型, 在 Matlab 环境中进行仿真实验。结果证明该方法具有简单快捷、正确率高的突出优势。

1 算法提出

1.1 图形和图像微观差异分析

由于图形和图像色彩特征的差异在亮度属性上有明显体现, 以 1976 CIELAB 色空间中的 L^* 通道^[8]为对象分析像素间的色彩变化。通过对图形图像像素 L^* 通道(即心理明度)的观察发现, 图像层次变化细微, 相邻像素的明度值很少相同, 通常相差 1 或 2, 因此邻域内具有相同明度值的图像像素比例很小; 而

收稿日期: 2012-06-08

基金项目: 天津科技大学引进人才科研启动基金(20080436)

作者简介: 蔡圣燕(1973—), 女, 博士, 天津科技大学副教授、硕士生导师, 主要从事跨媒体颜色复制技术研究。

图形由纯色块和线条组成,色块内部像素的邻域没有颜色变化,色块边界像素所占比例很小,因此图形大部分像素的邻域内具有相同明度值。进一步研究发现,图形中色块的角点和边缘、色块内部、线条端点和线条中部的像素在 3×3 邻域内都至少有一个相同明度值的像素,见图 1。

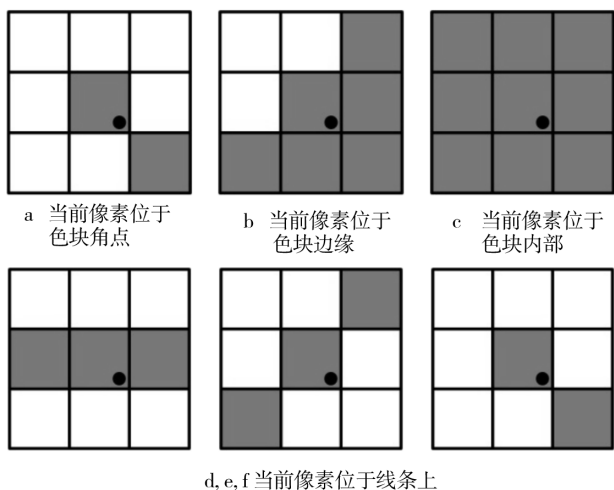


图 1 图形邻域像素明度值特点
Fig. 1 Lightness value features of neighborhood pixels of images

研究发现,邻域内具有相同明度值的像素比例越大,越符合图形特征。根据这一特性研究得出图形图像判断条件:邻域内至少有 1 个相同明度值的像素比例达到一定阈值时,即可判断为图形;否则为图像。

1.2 概念提出

基于以上分析,提出以下 2 个概念。

邻域相似量(NS):一幅栅格图像中邻域内至少具有 1 个相同明度值像素的像素数。

邻域相似比(NSR):一幅栅格图像的邻域相似量与总像素数之比。

$$NSR = NS / (M \times N) \quad (1)$$

式中的 M, N 分别为图像的高度和宽度方向上的像素数。邻域相似比能够表征图像邻域颜色的相似程度,其取值范围是 $[0, 1]$ 。NSR 值越大,颜色相似度越高,越体现图形特征;NSR 值越小,图像颜色变化越丰富细腻,越体现图像特征。

1.3 算法提出

研究在 Matlab 平台上进行算法编译与执行。首先准备了一个训练图库,包括 200 幅图形和 200 幅图像^[9],将所有图转换到 CIELAB 颜色模式,然后分别

对 200 幅图形和 200 幅图像进行八邻域的邻域相似比(NSR)检测。结果见图 2,菱形点表示 200 幅图形 NSR 值的分布,方形点代表图像 NSR 值分布。

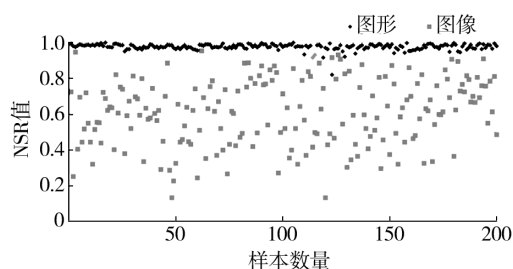


图 2 训练图库 NSR 分布
Fig. 2 NSR distribution of test gallery

由于 NSR 值能够反映图形特征程度,因此将 200 幅图形的 NSR 数据从小到大排序,200 幅图像的 NSR 数据从大到小排序,绘成 2 条交错的曲线,见图 3。2 条曲线交点对应的 NSR 值即可作为图形图像

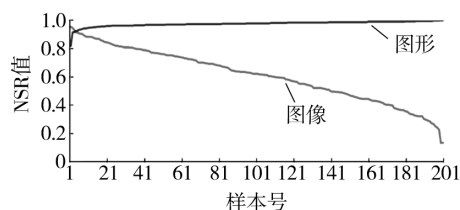


图 3 训练图库 NSR 排序分布
Fig. 3 NSR sequence distribution of test gallery

分类的阈值。该研究实验得出图形图像分类 NSR 阈值为 0.915。图库中 99.5% 图形的 NSR 值大于 0.915,98% 图像的 NSR 值小于 0.915。由此当检测图 $NSR \geq 0.915$ 时,判断为图形;否则判断为图像。

研究中还发现,有一些图像所表现的对象具有丰富、自然过渡的层次,但背景是纯色块,见图 4。根据



图 4 具有大面积纯色背景的图像
Fig. 4 A picture with large background of single color

表达意图,它们应该属于图像类别,但由于纯色背景在画面上所占比例较大,提高了邻域相似比,导致对

最终判断结果产生较大影响,因此需要在邻域相似比检测前对图片进行背景检查剔除。经实验研究确定,如果某明度值像素占图像面积的70%以上,则确定该明度值像素为背景,NSR检测时排除。

2 算法测试及结果分析

为验证算法的实际效果,重新收集200幅图形和200幅图像,转换成CIELAB图像,建立测试图库,计算出各图像的八邻域NSR值,然后以NSR值0.915为阈值进行图形图像分类判断,流程见图5。

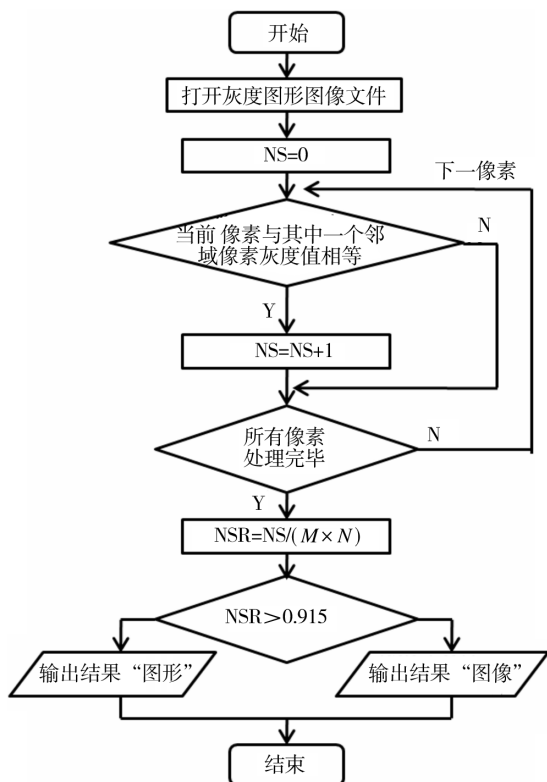


图5 基于邻域相似比的图形图像判断流程

Fig. 5 Flow chart of image classification based on neighborhood similarity ratio

检测结果见表1。

表1 测试图库图形图像分类结果

Tab. 1 Classification result of test gallery

	图形	图像
总数(幅)	200	200
错判(幅)	4	3
正确率/%	98	98.5
总正确率/%	98.25	

200幅图形中有4幅错判为图像,它们亮度变化复杂、纹理精致,视觉效果和图像基本没有分别,见图6a。200幅图像中有3幅错判为图形,它们具有纯色背景,但由于背景像素未达到背景判断标准(70%)而未剔除,因此影响了判断结果,见图6b。今后可对背景判断方法进行改进。



a 错判图形实例(NSR=0.8504)



b 错判图像实例(NSR=0.949)

图6 错判实例

Fig. 6 Misjudge instance

另外,NSR值检测时所用的邻域范围可根据实际情况自行定义。使用4邻域、8邻域和24邻域分别进行NSR法分类,总正确率分别为96.50%,98.25%,99.5%。结果表明,随着邻域范围扩大,NSR图形图像分类算法的正确率逐步提高,但运算量并非与邻域像素数成正比递增,只是稍稍增加,因为邻域内只要有1个像素与其明度值相同即结束该邻域检测。

3 结论

图形图像分类是图像领域实现智能化的一项基础技术。通过对图像CIELAB色空间心理明度 L^* 通道内像素邻域的研究,提出了邻域相似比概念。邻域相似比NSR能够表征图像邻域颜色的相似程度。NSR值越大,邻域颜色越相似,越体现出图形特征。反之,NSR值越小,颜色变化越频繁,层次越丰富细腻,越体现图像特征。以邻域相似比为核心构建的图形图像分类方法简单快捷,运算成本低,分类正确率高。

参考文献:

- [1] 蔡圣燕,赵秀萍.色彩管理中再现意图自动选择的初步研究[C]//第2届北京印刷技术与印刷教育研讨会论文集.北京:北京艺术与科学电子出版社,2004:60-64.

(下转第59页)

生产;UNICO-2000 分光光度计:尤尼柯(上海)仪器有限公司;DZQ-F1 型气体自动混合机:张家港市德顺机械有限公司;DQB-360W 型多功能气调包装机:南通永昌机械有限公司。

1.2 方法

新鲜菠菜经挑选整理后,用电子天平称取约 100 g 装入气调包装袋,用比例为 A1(5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂), A2(10% O₂ + 10% CO₂ + 80% N₂), A3(15% O₂ + 10% CO₂ + 75% N₂), CK(空气)的混合气体在气调包装机上封装,然后在常温下放置,每隔 2 d 观察贮藏效果,并测定相关指标。

1.3 测试方法

VC 的测定采用 2,6-二氯酚酚滴定法^[10],叶绿素测定采用分光光度法^[11],呼吸速率采用静置法^[12],失重率采用称重法,感官指标评价指标见表 1。

表 1 感官评分标准^[13]

Tab. 1 Criterion of sense estimation

分值	标准
5	色泽鲜绿,叶边平整,无老化,形态好;硬挺,新鲜,无萎蔫、腐烂、疲软;可食用
4	色泽较绿,叶边较平整,叶形态较好;较新鲜,极少萎蔫、腐烂、疲软;可食用
3	黄化<10%,色泽较差,叶边卷曲,老化<10%;腐烂、萎蔫、疲软<10%;可食用
2	黄化<30%,色泽很差,叶边卷曲,老化<30%;腐烂、萎蔫、疲软<30%;不可食用
1	黄化≥30%,无光泽,叶边卷曲,老化≥30%;腐烂、萎蔫、疲软≥30%;不可食用

2 结果与分析

2.1 气调包装对菠菜 VC 含量的影响

不同的初始气体比例混合的气调包装中的菠菜 VC 含量均呈下降趋势,见图 1。贮藏前 4 d 菠菜 VC 含量下降较平稳,CK 组较其他组下降速度略快;贮藏后 4 d 各实验组中菠菜 VC 含量下降速度差异显著,说明在常温下不同初始气氛组成会影响菠菜贮藏过程中 VC 含量的变化。CK 组菠菜 VC 含量下降速度明显高于其他 3 组,其中 A2 组 VC 含量下降趋势较为平缓,对 VC 的保存效果明显优于其他各组。这是因为菠菜在采摘后仍然要进行呼吸作用,呼吸作用的能量来源主要是体内的营养物质,例如 VC 等,在包装内氧气充足的情况下,生理代谢比较旺盛,营养物

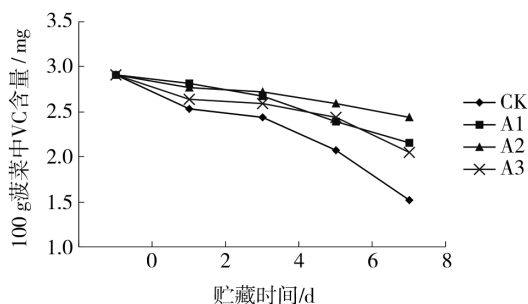


图 1 气调包装对菠菜 VC 含量的影响

Fig. 1 Effects of modified atmosphere packaging on VC content of spinach

质的消耗就会较快,CK 组和 A3 组内氧气相对 A1 和 A2 组较高,所以 VC 含量下降幅度较大;A1 组内氧气含量过低,使包装内的菠菜很快由于缺氧而进行厌氧呼吸,也加速了 VC 的消耗;A2 组内氧气含量介于 A1 组和 A3 组之间,可能比较接近菠菜有氧呼吸的临界点^[6],进而降低菠菜的生理代谢速度,所以营养物质 VC 的消耗速度最小。

2.2 气调包装对菠菜叶绿素含量的影响

随着贮藏时间的增长,菠菜中叶绿素的含量均呈下降趋势,见图 2,但 A1, A2 组叶绿素含量下降速度

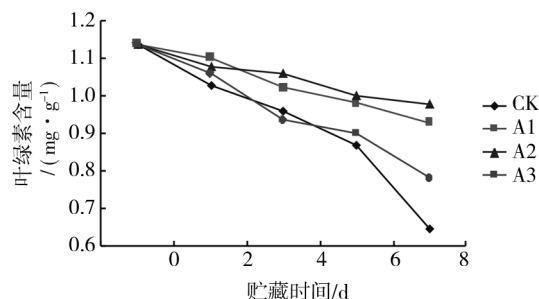


图 2 气调包装对菠菜叶绿素含量的影响

Fig. 2 Effects of modified atmosphere packaging on chlorophyll content of spinach

明显低于 A3 和 CK 组。所以实验组中, A2 组下降速度最小,贮藏到第 8 d 时叶绿素含量为 0.978 mg/g;其次是 A1 组,贮藏到第 8 d 时叶绿素含量为 0.928 mg/g;下降最快的是 CK 组,CK 组贮藏到第 8 d 时叶绿素含量由最初的 1.137 mg/g 下降到 0.647 mg/g。从贮藏期间菠菜叶绿素含量的变化可知,适宜的气氛条件能够抑制菠菜叶绿素的损失。其原因是在贮藏过程中菠菜的叶绿素含量主要受其体内叶绿素酶活性的影响^[14],一定条件下低氧能够抑制叶绿素酶的