

基于颜色特征和 SVM 的自然图像分类标注算法

仲会娟

(阳光学院电子信息工程系, 福建福州 350015)

摘要: 针对传统的基于颜色特征图像分类算法运算复杂度高和图像误匹配等问题,提出了一种基于支持向量机的自然图像分类标注算法. 该算法通过 Matlab 编程实践,在彩色空间量化中引入图像分块理论以解决全局直方图中空间位置信息缺失和色彩数量庞大等问题,再通过支持向量机筛选出与待处理图像颜色特征相似的样本子库,以提高图像重建质量,保证图像分类精度. 实验结果表明,该算法由于加大了中心位置图像子块的权重,能够更好地提取关键特征信息,保证了图像匹配精度,能比较准确地对图像进行分类标注.

关键词: Matlab; HSV; 颜色特征; 支持向量机 (SVM); 图像分类标注

中图分类号: TP391

文献标志码: A

文章编号: 1672-612X(2018)05-0012-05

0 引言

随着数字媒体技术与移动互联网技术的迅猛发展,人类已经步入“互联网+”和“大数据”的时代,人们获取信息的种类和手段越来越多,而图像信息因其直观、生动且携带信息量大等特点,成为人们获取信息的主要手段. 数字图书馆、医疗图像管理、交通检测、视频监控、遥感遥测等领域,每天都有大量图像数据不断的产生和更新,人们的日常工作、生活和娱乐都离不开图像信息,心理学研究表明人类通过视觉获取外界信息量达到总信息量的 83%^[1]. 互联网是一个异质的、非结构的、庞大的图像数据库^[2],为了方便用户浏览、查询、获取图像信息,必须对大规模图像数据库进行合理的组织与管理^[3],图像分类检索技术应运而生,成为模式识别、计算机视觉研究的一个热点^[4],具有巨大的应用价值.

图像分类标注技术主要是根据用户给出的检索词提取图像数据库中相关图像特征信息并与提取的待处理图像特征进行匹配,以确定图像类别,实现关键字的标注和存储^[5],为用户检索做出支持. 颜色作为图像最直观、最主要的特征,往往蕴含大量语义信息,而自然图像具有颜色丰富、色彩鲜明等特点,因此文章主要研究基于 SVM 和 HSV 颜色特征的自然图像快速分类与标注算法. 例如,草地和树木主色调为绿色,辅以树干和土地的褐色;朝阳和晚霞图像主色调为红色和橙色,辅以蓝天和大海的蓝色;海滩图像主色调为蓝色,辅以沙滩的淡黄色. 传统的基于颜色特征图像分类技术存在颜色特征维数高,颜色特征易受光照影响,不能区分相近颜色等问题^[6],因此本文提出了基于彩色空间量化直方图和图像分块操作的 SVM 自然图像分类标注系统,根据其原理用 Matlab 编程实验,证明了算法的正确性与有效性.

1 系统设计

系统处理对象为自然图像,对其无序、庞大的图像集进行分类标注^[7]. 首先,对图像数据库中的样本图像进行量化处理并提取其颜色特征,创建图像特征数据库;用户检索时,用相同的方法提取待处理图像特征信息;然后将图像特征库中的特征与待处理图像特征进行匹配,筛选出和待处理图像相似度最高的图像库,

收稿日期:2017-11-20

作者简介:仲会娟(1985-),女,河北邢台人,讲师,硕士,研究方向:图像处理、模式识别和信号处理.

将其写入对应图像库实现图像自动分类,最后根据相似度大小标注并提供给用户,其工作过程如图 1 所示.

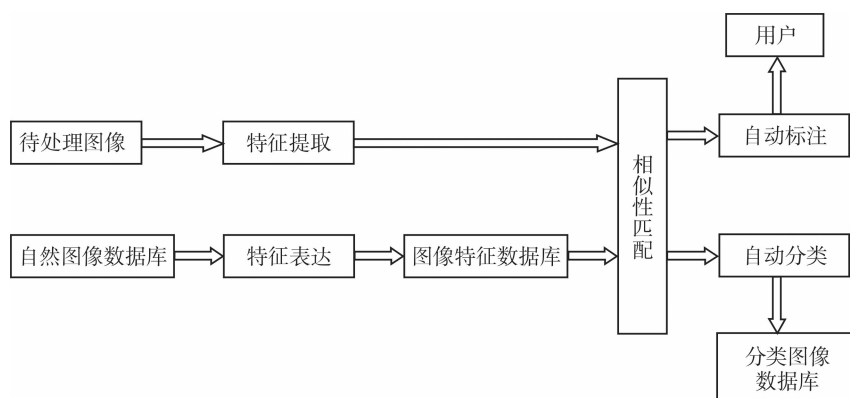


图 1 系统框图

Fig. 1 Diagram of system

2 颜色直方图

颜色直方图在图像发生几何变换后基本保持不变,因此常常用于图像分类检索中^[2],是基于颜色特征图像分类的主要方法,当选用不同的颜色空间或对直方图进行不同处理操作时,又得到不同的基于颜色特征的图像分类方法.

2.1 颜色空间

图像处理学科常用 RGB 和 HSV 颜色模型. 其中,RGB 颜色模型中各颜色分布于单位立方体的表面及内部. 该模型符合人眼的三色刺激理论,可以描述较广泛的颜色范围,被广泛应用于图像的显示和存取中,如图 2 所示. HSV 颜色模型中 H、S、V 三分量分别对应于人眼识别和理解色彩信息的色调、色饱和度和亮度,且亮度值与色彩信息无关,各颜色分布于倒立的圆锥体表面及内部. 故 HSV 颜色空间更适合于表达颜色的相似性,多用于彩色图像处理中,如图 3 所示.

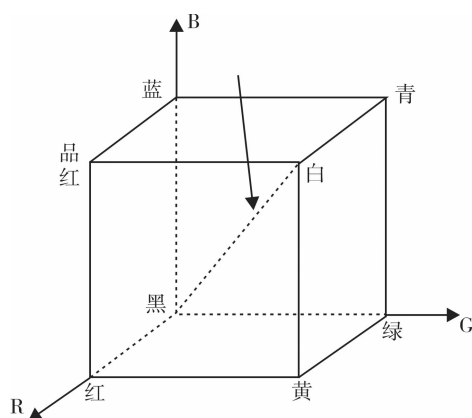


图 2 RGB 彩色模型

Fig. 2 Schematic of RGB color cube

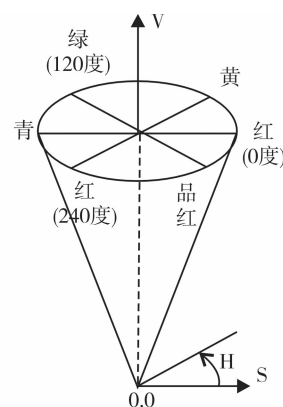


图 3 HSV 彩色模型

Fig. 3 Schematic of HSV color model

2.2 色彩空间量化

传统彩色图像颜色特征维数高,以 24 位真彩色图像为例,共有 1677 万种不同的颜色,数据量巨大,计算复杂. 因此,在计算直方图前先对 HSV 颜色空间进行非均匀量化^[8]. 色调、色饱和度、亮度分别量化为 $Q_H =$

8 级、 $Q_s = 3$ 级、 $Q_v = 3$ 级,将颜色特征量化为 72 种不同颜色. 系统采用的量化方法如下:

$$H = \begin{cases} 0, h \in [0, 20] \\ 1, h \in [21, 40] \\ 2, h \in [41, 75] \\ 3, h \in [76, 155] \\ 4, h \in [156, 190] \\ 5, h \in [191, 270] \\ 6, h \in [271, 295] \\ 7, h \in [296, 360] \end{cases} \quad S = \begin{cases} 0, s \in [0, 0.2] \\ 1, s \in [0.2, 0.7] \\ 2, s \in [0.7, 1] \end{cases} \quad V = \begin{cases} 0, v \in [0, 0.2] \\ 1, v \in [0.2, 0.7] \\ 2, v \in [0.7, 1] \end{cases}$$

公式 $G = HQ_vQ_s + SQ_s + V$ 将 H、S、V 分量直方图加权求和构造彩色空间量化直方图,获得图像的一维特征向量. 利用该算法对自然图像数据库中各图像进行处理,实验结果如图 4 所示.

3 颜色特征提取

传统的全局颜色直方图未保留像素的空间位置信息,因此很难分辨外观不同而颜色相同的两幅图像. 事实上,一幅图像中大部分信息集中在中心位置,而边缘位置通常作为背景,而且根据视觉特性,人们对图像中心的关注度明显高于对图像边缘的关注度^[9],对图像左侧的关注度高于对右侧的关注度,为此在颜色量化的基础上对图像做分块处理,均匀划分为 9 块如图 5 所示,不同分块分配不同的加权系数. 图中子块 5 位于图像中心包含最多图像信息,分配最大的权重;子块 2、4、6、8 位于中心左右包含较少信息,分配较小的权重;子块 1、3、7、9 位于图像边缘包含最少信息,给予最小的权重;所有权重累加和为 1^[10].

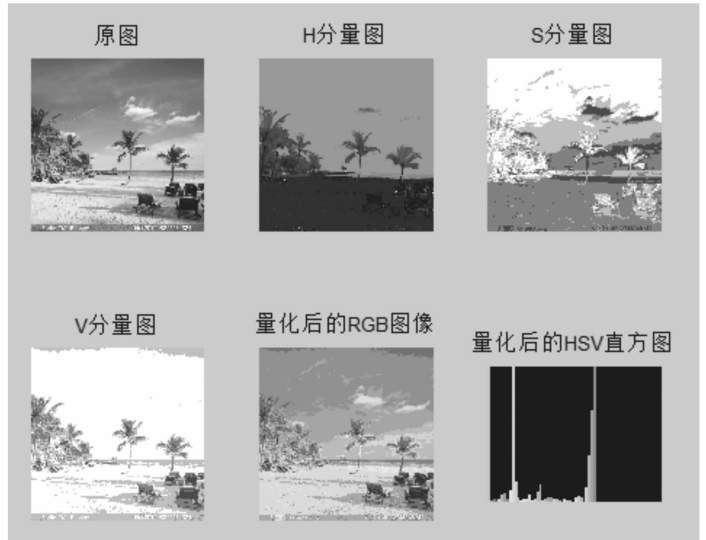


图 4 HSV 量化直方图

Fig. 4 Histogram of the quantized HSV



图 5 图像分块算法

Fig. 5 Algorithm of image block

图像分块后按照上节方法计算各分块的特征向量,各个特征向量加权求和后得到整幅图像的加权颜色

直方图 $H(I)$, 计算公式如下:

$$H(I) = \sum_{k=1}^9 w_k H(I_k), \sum_{k=1}^9 w_k = 1 \quad \begin{matrix} k = 1, 2, \dots, 9 \\ I = 1, 2, \dots, 71 \end{matrix}$$

其中, k 为图像分块的编号, I 为图像的颜色分量, $H(I_k)$ 为第 k 个分块的直方图.

4 SVM 学习算法进行图像分类

基于范例学习的算法^[11], 与特征相关的样本在重建中提供更多有用信息^[12], 并不是图像数据库越大、样本空间越大得到的重建效果越好, 因为系统选用小样本学习能力较强的 SVM(支持向量机)作为分类器, 同时采用基于颜色特征分类学习的重构算法来提高重构的能力. 其实现步骤如下:

Step 1: 提取颜色直方图. Step 2: 提取图像特征向量 color_ip. Step3: 将 color_ip 作为 SVM 的输入向量, 将对应分类的类标签 train_labels 作为输出. Step4: 选取三类图像中前 60 幅图像作为样本图像训练对应分类器, 输入不同特征向量都将获得其对应的图像类别. Step5: 把训练好的分类器作为有效分类工具, 对图像数据库中后 40 幅待处理图像进行相应的分类.

采用 LibSVM 软件包作为分类器训练平台. 训练分类器的过程主要调用三个函数实现, Svmscale 将输入向量数值归一化到 $[0, 1]$ 范围; Svmtrain 根据输入向量与指定分类训练建模; Svmpredict 使用已有模型进行预测分类. 分类器训练过程中选用当下流行的径向基核函数: $K(x, x_i) = \exp(-\gamma \|x - x_i\|^2)$

其中, C 表示惩罚系数, γ 为径向基核函数的参数, 它们的选择直接影响分类器的性能. 系统对每个 (C, γ) 参数对进行网格搜索, 最终采用交叉确认准确率最高的 (C, γ) 作为支持向量机参数.

5 实验数据与分析

通过百度搜索引擎查找草地和树木、朝阳和晚霞及海滩三类真彩色图像, 经过筛选共得到 300 张符合内容规范的图像, 构成自然图像数据库. 其中, 每类图像各 100 幅, 以 3:2 的比例作为训练样本和待处理样本. 由 SVM 分类器处理后图像自动分类结果如表 1 所示, 图像自动标注结果如图 6 所示. 实验结果表明基于分块加权直方图和支持向量机的自然图像分类标注算法中, 图像分类、识别的正确率比较高, 同时执行速度也得到改善.

表 1 分类结果

Tab. 1 Results of classification

图像类别	数据库图像数目	待处理图像数	正确分类数	错误分类数	正确率/%
草地与树木	100	60	39	1	97.5
朝阳与晚霞	100	60	35	5	87.5
海滩	100	60	38	2	95.0



图 6 图像自动标注

Fig. 6 Result of automatic image annotation

6 结束语

系统设计软件采用 Matlab,它为开发人员提供了丰富的图像处理函数,结合 LibSVM 软件包编程实现.通过彩色空间量化直方图和图像分块操作提取图像颜色特征向量,并以该一维特征向量作为支持向量机的输入,实现图像数据库中待处理图像的匹配、分类和标注.实验结果表明该算法解决了全局直方图中丢失空间位置信息的问题,同时加大图像中心位置权重,有效提高了图像的匹配度,提高了用户检索的满意度.不足之处在于未能实现大量图像的分类标注,下一步工作准备在颜色特征的基础上融入空间、轮廓等其他特征,以实现更高的分类精度,并建立图形用户界面(GUI),向用户提供更加舒适、自然的体验.

参考文献:

- [1] 王惠锋,孙正兴,王箭.语义图像检索研究进展[J].计算机研究与发展,2002,39(5):513-522.
- [2] 周云蕾,朱蓉,郭洁畅.颜色直方图与相似性度量的自然图像分类研究[J].现代计算机,2014,25(1):3-6.
- [3] 苏佩娟,刘桢.基于K-近邻法的不等样分类[J].绵阳师范学院学报,2016,35(11):13-16.
- [4] 孙亚杰,张永宏,季赛.无方向数据采集的相控阵结构健康监测研究[J].数据采集与处理,2014(6):1023-1029.
- [5] 陆伟艳,郑鑫.基于MATLAB/GUI的图像语义自动标注系统[J].软件,2017,38(4):99-103.
- [6] 江启伟.图像直方图特征及其应用研究[D].合肥:中国科学技术大学,2014.
- [7] 钱晶,高月松.图像检索系统中的CBIR技术研究[J].人工智能及识别技术,2011,2(7):415-417.
- [8] 王彦林.基于HSV颜色特征图像检索算法在Matlab中的实现[J].电脑编程技巧与维护,2013(16):87-87.
- [9] 张锡英,车鑫.图像颜色特征提取及其分类研究[J].安徽农业科学,2014,42(7):2196-2198.
- [10] 杨传慧,吉根林,章志刚.基于分块加权颜色直方图的图像聚类算法研究[J].南京师范大学学报,2013,13(1):40-44.
- [11] FREEMAN W T, JONES T R, PASZTOR E C. Example-based super-resolution[J]. IEEE Computer Graphics and Applications, 2002, 22(2):56-65.
- [12] 汤嘉立,左健民,黄陈蓉.基于SVM预分类学习的图像超分辨率重建算法[J].计算机应用研究,2012,29(8):3151-3153.

Natural Image Automatic Annotation Algorithm Based on Color Feature and SVM

ZHONG Huijuan

(School of Electronic Information Engineering, Yango College, FuZhou, Fujian 350015)

Abstract: Directing at the problems such as high computational complexity and image mismatching of traditional image classification that based on color feature, this article presents a natural image automatic annotation algorithm that based on SVM. Through Matlab, this algorithm introduces the theory of image block into color spatial quantization to solve the problems of information missing of spatial position and huge quantity of colors in global histogram. In order to improve the quality of image reconstruction and to ensure the accuracy of image classification, the SVM is used to screen the sample sub-library which is similar to the color feature of the processing image. The experimental results show that by increasing the image sub-block in center, this algorithm is able to extract the key features of information better and ensure the accuracy of image matching, so that it can more accurately classify image annotation.

Keywords: Matlab, HSV, color feature, Support Vector Machine(SVM), image classification and annotation

(责任编辑:陈桂芳)