

一种融合整体和局部颜色特征的图像检索方法

赵景秀, 聂加娜

(曲阜师范大学 计算机科学学院, 山东 日照 276826)

摘要: 针对传统颜色直方图无法反映像素的空间信息和图像的局部细节, 提出一种整合整体和局部颜色特征的图像检索技术, 先将图像分割为环形区域, 获得图像的局部颜色特征。把赋以不同权值的整体颜色直方图和局部颜色之间的相对距离累加和定义为图像之间的相似度, 以反映人们对图像的判定过程。实验表明, 该方法反映了图像颜色的空间分布及局部细节, 在查准率和查全率上都优于基于传统的颜色直方图的检索方法。

关键词: 颜色直方图; 环形分割; 图像检索; 局部颜色特征

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

An image retrieval method of connecting integral and local color character

ZHAO Jing Xiu, NIE Jia Na

(School of Computer Science, Qufu Normal University, Rizhao 276826, China)

Abstract: For solving these problems that the conventional color histogram can't reflect the position of the point and the local detail of the image, a new retrieval method which integrates the local character containing color and position into the whole character is presented in this paper. Firstly, the image is divided into annular region by annular division, and then calculates the local color character. And then the similarity of the image is defined as the combination of the similarity of the integer and the similarity of the annular blocks to reflect the recognition process by people. The experimental result on real-world images indicates that the proposed approach reflecting the spatial information of colors and the local detail of the image is better than the conventional retrieval method based on color histogram in an accurate and complete survey.

Key words: color histogram; annular division; image retrieval; local color character

基于内容的图像检索 CBIR (Content-Based Image Retrieval) 是图像检索领域的研究热点, 主要研究内容是在图像处理的基础上, 对图像进行视觉特征抽取、多维索引以及检索系统设计。颜色作为图像的一个重要属性, 基于颜色的图像检索是一种重要的图像检索方法。但传统的基于颜色的图像检索方法无法反映颜色的空间信息^[1], 这一不足影响了图像检索的准确度。一种有效的引入空间信息的改进方法是基于颜色空间的固定划分方法^[2], 但其不足之处是图像分割对任意图像很难找到所感兴趣物体的范围, 以至检索效果仍不够理想。

本文提出了一种新的融合整体和局部颜色特征的检索方法^[3]。该方法以给图像整体的颜色直方图和基于环形分割^[4]后各环形区域的平均颜色赋以不同的权重累加所得来衡量不同图像之间的相似程度。采用该方法

在图像检索时, 取得了良好的检索效果。

1 融合整体和局部颜色特征的图像检索技术

1.1 颜色空间的选择及其量化

常用的颜色空间有 RGB、CMY/CMYK、HIS、YcbCr、HSV 等。一般认为, RGB 颜色空间与人眼的感知差距很大, 而 HSV 颜色空间直接对应人眼色彩视觉特征的 3 个要素: 色调、饱和度及亮度^[5]。在这 3 个分量中, 色调尤其影响着人类的视觉判断。由于 HSV 空间各轴在视觉上彼此无关, 空间距离更符合人眼视觉特征, 并且从 RGB 到 HSV 的转换是一个简单且快速的非线性变换, 因此, 本文使用 HSV 颜色空间作为彩色图像的色彩模型。

将 RGB 空间中一点的 R、G、B 转换到 H、S、V 空间, 得到相应的 H、S、V 值, 即:

$$H = \begin{cases} \arccos \frac{(R-G)+(R+B)}{2\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}} & B \leq G \\ 2\pi - \arccos \frac{(R-G)+(R-B)}{2\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}} & B > G \end{cases} \quad (1)$$

$$S = \frac{\max(R, G, B) - \min(R, G, B)}{\max(R+G+B)} \quad (2)$$

$$V = \frac{\max(R, G, B)}{255} \quad (3)$$

式中, $S \in [0, 1], V \in [0, 1]$, 为使 $H \in [0, 1]$, 将 H 进行归一化, $H = \frac{H}{360^\circ}$ 。

对颜色空间进行量化, 再计算直方图可以减少计算量, 提高检索效率。本文将色调量化为 6 个级别, 将饱和和度量化为 4 个级别, 将亮度量化为 3 个级别, 则图像的颜色空间共量化为 72 个级别。具体方法如下:

$$H = \begin{cases} 0 & h \in [0, \frac{1}{6}] \\ 1 & h \in (\frac{1}{6}, \frac{1}{3}] \\ 2 & h \in (\frac{1}{3}, \frac{1}{2}] \\ 3 & h \in (\frac{1}{2}, \frac{2}{3}] \\ 4 & h \in (\frac{2}{3}, \frac{5}{6}] \\ 5 & h \in (\frac{5}{6}, 1] \end{cases} \quad S = \begin{cases} 0 & s \in [0, \frac{1}{4}] \\ 1 & s \in (\frac{1}{4}, \frac{1}{2}] \\ 2 & s \in (\frac{1}{2}, \frac{3}{4}] \\ 3 & s \in (\frac{3}{4}, 1] \end{cases} \quad V = \begin{cases} 0 & v \in [0, \frac{1}{3}] \\ 1 & v \in (\frac{1}{3}, \frac{2}{3}] \\ 2 & v \in (\frac{2}{3}, 1] \end{cases}$$

按照以上的量化级, 把 3 个颜色分量合成为 1 个一维特征矢量: $G=12H+3S+V$, G 的取值范围为 $[0, 1, \dots, 71]$ 。这样, 就把 H, S, V 这 3 个分量在一维上分布开来。据此将图像中的每 1 个像素的颜色值量化到 72 种颜色当中的 1 种。

1.2 图像分块策略

如图 1 所示, 将 $m \times n$ 的图像以 $O(x, y)$ 为圆心, 以 R/n 为半径, $n=1, 2, \dots, 9$, 将图像分割为 9 个圆环。其中

$$x = \lceil m/2 \rceil$$

$$y = \lceil n/2 \rceil$$

$$R = \sqrt{(1-x)^2 + (n-y)^2}$$

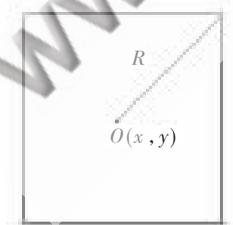


图 1 图像分块示意图

1.3 生成检索图像的特征向量

计算目标图像的平均颜色和检索图像中各个环形区域的平均颜色。 $H(p) = B(p)/\text{num}(p)$, 当 p 取 $1 \sim 9$ 时, $B(p)$ 为各环形区域的颜色和, $\text{num}(p)$ 为相应区域的元素个数, $H(p)$ 代表离中心由近及远的 9 个环形区域的平均颜色; 当 p 取 $10 \sim 81$ 时, $H(p)$ 代表的整幅图像的颜色所占的概率。因此, 图像的特征向量可以表示为 $(H(1), H(2), \dots, H(81))$ 。

1.4 相似性匹配

假设两幅图像 P 和 Q 的特征向量分别为 L^P 和 L^Q , 则可利用公式(1)所示的绝对值距离计算两幅图像的相似性。此相似度值作为两幅图像的相似评价标准。

$$D(P, Q) = \sum_{i=1}^{81} w_i |H^P(i) - H^Q(i)| \quad (4)$$

考虑到人类认识图像先整体轮廓后细节, 所以整体图像颜色特征的权值取最大。一般而言, 图像的重要信息多集中于图像的中心部位, 因此, 各环形区域的权值的选取根据其离中心的远近依次增大。

2 算法实现及检索效率比较

2.1 融合整体和局部颜色特征的图像检索算法

(1) 将彩色图像转换到 HSV 颜色空间, 分别对 H, S, V 分量进行相应量化, 并将目标图像中每个像素的颜色值根据量化结果重新赋值。

(2) 将图像进行环形分割。

(3) 计算整体图像的颜色直方图和各环形区域的平均颜色。

(4) 根据公式(4)进行相似度匹配, 检索图像。

2.2 检索性能比较

为了检测评价算法的性能, 测试图像库共有 1 000 幅图像, 包括风景、人物、动物、花卉、建筑等。通常采用查准率和查全率^[5]来评价系统的检索性能, 查全率表示检索结果队列中检索到的目标图像数与数据库中全部的目标图像数之比。查准率表示检索结果队列中检索到的目标图像数与检索结果队列中所有的图像数之比。

利用颜色直方图的检索结果如图 2 所示, 整合整体和局部颜色信息的检索结果如图 3 所示。图 2、图 3 中 32.jpg 为样本图片。

由图 4 和图 5 可知, 基于整体和局部颜色信息的检索算法在查准率和查全率上都优于颜色直方图的检索方法。

本文在传统的利用颜色直方图查询的基础上, 提出把图像整体的颜色直方图和对图像环形分割后得到的各环形区域平均颜色相结合的检索方法。该方法不仅是

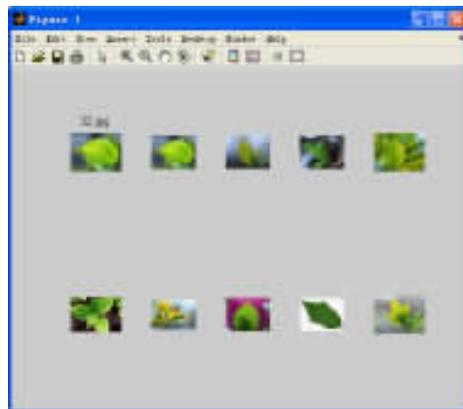


图 2 利用颜色直方图的检索结果

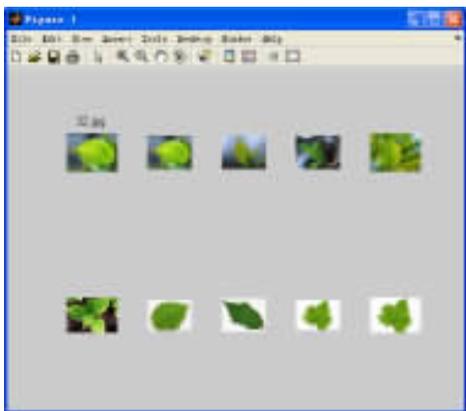


图3 整合整体和局部颜色信息的检索结果

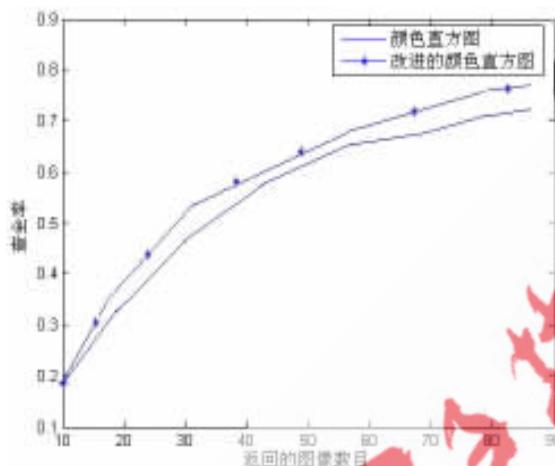


图4 2种检索方法的查准率折线图

图像的整体颜色与局部颜色信息的结合,而且也反映了目标图像中像素点的位置属性,克服了传统颜色直方图无法反映图像空间信息的缺点。因此检索结果更准确。

(上接第21页)

本文设计了一种基于有效数据网格的Gabor小波纹理特征提取算法,并将其应用于医学肝脏图像识别,实验验证了算法的可行性和有效性。但是,由于医学图像的特殊性,要想更加精确地表达医学图像的内容,除了改进某一种特征提取算法外,还需综合利用其他多种特征提取方法,如基于颜色的特征提取、基于形状和结构的特征提取等。

参考文献

- [1] XU Y, ZHANG Y J. Feature element theory for image recognition and retrieval [C]. Proc.Storage and Retrieval for Media Database. Bellingham: SPEI, 4676,2002:126-137.
- [2] YOSHIMURA H, ETOH M, KONDO K, et al. Gray-scale character recognition by gabor Jets projection [C]. 15th International Conference on Pattern Recognition, 2000:335-338.
- [3] KAKIMOTO M, MORITA C, TSUKIMOTO H. Data mining from functional brain images [C]. Proc.of the First International Workshop on Multimedia Data Mining (MDM/

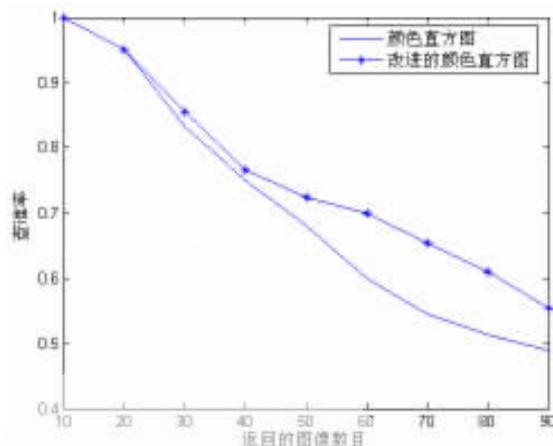


图5 2种检索方法的查全率折线图

参考文献

- [1] ANDROUTSOS D, PLATANDTIS K N, VENETSANOPOULOS A N. Distance measures for color image retrieval[C]. Proc. of IEE Int. Conf. Image Proces, 1998(2):770-774.
- [2] MESSER K, KITFER J. A region based image database system using color and textures[J]. Patter Recognition Letters, 1999, 20:1323-1330.
- [3] 杨珺,王继成,邢丹俊.融合整体和分块颜色分布的图像检索方法[J].计算机应用,2008(3):653-655.
- [4] SMEULDERS A W M, WORRING M, SANTINI S, et al. Content-based image retrieval at the end of the early years [J]. IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000,22(12):1349-1380.
- [5] 章毓晋.图形工程(上册)——图像处理和分析[M].北京:清华大学出版社,2000.

(收稿日期:2009-06-09)

KDD2000), Boston, MA USA, 2000:91-97.

- [4] MOHAMED M M, ABDEL-GALIL T K. Prostate cancer diagnosis based on Gabor filter texture segmentation of ultrasound image[J]. IEEE Electrical and Computer Engineering, 2003(3):4-7.
- [5] MANJUNATH B S, MA M X. Texture features for browsing and retrieval of image data[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1996,18(8): 837-842.
- [6] CHOU C T, SHIH S W. Design of Gabor filter banks for iris recognition [J]. IEEE Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing, 2006:403-406.
- [7] SASTRY C S. A modified Gabor function for content based image retrieval, Pattern Recognition Letters, doi: 10.1016/j.patrec.2006-07-15.
- [8] 张敏,许廷发.基于Gabor小波纹理特征的目标识别新方法[J].物理实验,2004(4):12-14.
- [9] 李存华.基于近似密度构造的聚类分析与离群点检测算法研究[D].南京:东南大学,2006.

(收稿日期:2009-05-13)