

一种基于颜色直方图的图像检索方法

邹武, 李龙澍, 周闪闪

(安徽大学 计算智能与信号处理教育部重点实验室, 安徽 合肥 230039;

安徽大学 计算机科学与技术学院, 安徽 合肥 230039)

摘要:随着社会和科技的发展,人们对基于内容的图像检索(CBIR)的要求越来越高,但因研究起点比较晚,技术上还不是很成熟。文中就图像检索所用到的颜色、纹理、形状、轮廓的基本颜色特征中比较重要的颜色特征为主要研究对象,从传统的基于颜色直方图及其后来发展的主要面积直方图和平均面积直方图等思路出发,分析其优缺点,提出一种基于图像分割主要面积直方图方法,提高了图像检索的性能。

关键词:基于内容的图像检索;主要面积直方图;平均面积直方图

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2009)04-0038-03

A Method of Color Histogram of Image Retrieval

ZOU Wu, LI Long-shu, ZHOU Shan-shan

(Educational Department Key Laboratory of Intelligent Computing & Signal Processing, Anhui University, Hefei 230039, China; School of Computer Science and Technology in Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract: With the social and technological development, the requirements of people's content-based image retrieval (CBIR) is higher and higher, but the starting point of research is later, it is not very mature in technology. In this paper, the image retrieval using color, texture, shape, color characteristics of the basic outline of the more important for the color of the main characteristics of subjects, from the traditional color histogram and later on the main area of histograms and the average area of ideas, such as histogram based analysis of their advantages and disadvantages, a major area of image-based division histogram ways to improve performance of image retrieval.

Key words: CBIR; main area histogram; average area histogram

0 引言

基于内容的图像检索(CBIR)比基于文本的图像检索发展要晚得多,而且技术也没有基于文本的成熟。其中图像的内容特征的提取是基于内容的图像检索系统的基础。图像检索所用到的基本特征主要为颜色、纹理、形状、轮廓、空间关系等,纹理、形状、轮廓等特征经常被使用,但是没有确切的定义,且比较复杂^[1]。文中主要利用对图像的颜色特征的提取完成图像的内容检索。颜色特征具有视觉最显著、最可靠、最稳定的效果,而且具有对图像的子对象大小和方向不敏感的特征,因此被广泛使用。基于颜色特征的表示方法很多,其中直方图方法是最常用的方法之一。

1 传统的颜色直方图算法

颜色特征提取在基于内容的图像检索中重要性很高,且直方图方法在基于内容的图像检索中获得了广泛的应用,色彩、纹理、形状等特征都可以用直方图来表示。直方图具有以下优点^[1]:

1)直方图方法计算简单,易于实现。

2)直方图方法对图像内容的平移、旋转具有不变性,即使用归一化以后对缩放具有不变性,其中归一的意思是讲对图像的特征的值进行平均归一后的,对缩放具有不变性。

3)直方图的度量简单。

公式(1)可以简单地表示颜色直方图, $H(I)$ 表示图像 I 的颜色等级 C_i 的像素的数目:

$$H(I) = \{N(I, C_i) \mid i = 1 \cdots n\} \quad (1)$$

公式(2)是直方图的归一化。

$$H(I) = \{N(I, C_i) / \sum_{i=1}^n N(I, C_i)\} \quad (2)$$

公式(3)用来计算图像 Q 与图像 I 的颜色直方图的距离,通过计算的距离得知图像间的相似度。如果相

收稿日期:2008-08-08

基金项目:安徽省自然科学基金项目(050420204);安徽省高校拔尖人才基金项目(05025102)

作者简介:邹武(1984-),男,安庆枞阳人,硕士研究生,研究方向为粗糙集;李龙澍,教授,博士生导师,主要研究方向为智能软件 and 知识工程。

似度达到规定的阈值就可以认为这两幅图像是相近的,在图像分类中可以归为一类^[2]。

$$d(H(I), H(Q)) = \left[\sum_{i=1}^n |H(I_i) - H(Q_i)|^{\lambda} \right]^{1/\lambda} \quad (3)$$

当 $r = 1$ 与 $r = 2$ 时,即街区距离和欧氏距离,考虑到不同颜色在直方图内所占比例不同,即对图像的颜色贡献不同,QBIC(俄国博物馆绘画作品查询系统)就是采用了加权欧氏距离计算颜色直方图,距离越大,图像的相似度越小,相反,结果 d 值越小,图像的相似度越高。

另外一种常用的距离算法是 Swain 和 Ballard 提出的直方图相交法(式(4))^[3]:

$$d(H(I), H(Q)) = \sum_{i=1}^n \min(H(I_i), H(Q_i)) \quad (4)$$

如果两幅图像完全相同或者是直方图完全相同,那么 $d = 1$, 否则为 0 到 1 中的一个值,最不相似的情况下 $d = 0$ 。

2 平均面积直方图法和主要面积直方图法

针对颜色直方图,通常采用直方图相交法^[1]来寻找与查询图像最相似的也就是距离最近的图像,由于直方图距离比较方法使用某一灰度下的像素的总量这样的一项单一的统计指标,两两比较同一灰度,没有考虑每一个灰度值在图像中形成的具体形状与空间分布因素,而是将其视为一个单一整体,忽略内部差异,比较的粒度较粗糙,没有能够反映出同一色彩在空间分布的不同,因而造成空间信息的丢失^[4]。

如图 1 的 A、B、C 三图所示,相同色彩等级的像素因为空间分布的不同而相差明显,但传统的直方图方法在只考虑色彩等级的基础上无法分辨三者的差异^[5]。为了克服颜色直方图没有包含空间信息的问题,王小玲^[3]提出了平均面积直方图和主要面积直方图法,平均面积直方图是利用每一种颜色在不同连通区域的面积特征建立起来的。

$$H_c^*(I) = \left\{ \frac{N(I, C_i)}{D(I, C_i)} \mid i = 1, 2, \dots, n \right\}$$

$N(I, C_i)$ 是颜色等级 C_i 的像素总和, $D(I, C_i)$ 是 C_i 的不连通区域的数目。 $H_c^*(I)$ 即表示颜色空间 C 的颜色等级的平均像素数目。

主要面积直方图法中 $H_c^*(I)$ 由颜色等级 C_i 所形成不连通的最大面积构成。

$$H_c^*(I) = \{ \text{Max}(N(I, C_i)) \mid i = 1, 2, \dots, n \}$$

王小玲改进的颜色直方图从一定程度上反映了颜色的空间分布情况,实验证明很大程度上优于传统的直方图法。一般情况下,传统直方图方法的检索准确

率在 40% 左右,而改进和平均面积直方图的检索准确率在 65% 左右。

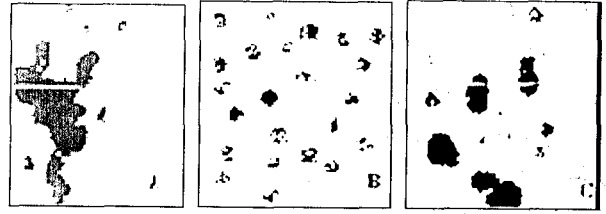


图 1 同色彩同空分布不均图

3 改进的分割式主要面积直方图

王小玲所提出的平均面积直方图全面地考虑了色彩在空间上的分布。但有以下二方面的难点:

- 1) 在计算不连通区域数目 $D(I, C_i)$ 的复杂度大。
- 2) 同颜色等级的在某区域中的像素数目过小不易计算在总的不连通区域范围之内,王小玲提出设定一个阈值的方式排除这些数目较小的区域,而图像千变万化,阈值的大小不好掌握。

基于主要面积的直方图比平均面积直方图方法容易实现,但却从很大程度上忽略了存在的某颜色等级有多个大面积的不连通区域的情况,那么取其中的最大的区域就显得很片面了。

本节结合两者的优点,提出了一种基于分割式的主要面积直方图法:

(1) 将图像按照拍摄者表达的思想的部位,将图像进行简单的分割^[6],例如一般的拍摄者都会将要表达的思想的部位集中在图像的中间部分,可以将图像分为图 2 的三部分或五部分,中间强调的部分可以赋以一个较大的权值。下面按照三部分来说明,即假设两幅将进行比较的图像分别为 I 和 Q , $I = I_1 + I_2 + I_3$, $Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$ 。

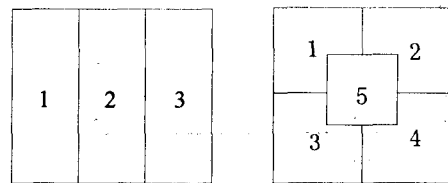


图 2 分割图

(2) 将图中的各部分看作独立的图像,在各小图中运用王小玲提出的主要面积直方图,计算 I 图的三部分的主要面积颜色直方图 $\{H(I_1), H(I_2), H(I_3)\}$ 和 Q 图的三部分的主要面积颜色直方图 $\{H(Q_1), H(Q_2), H(Q_3)\}$ 。

(3) 根据直方图相交法^[7],将 I 图三部分和 Q 图的三部分两两相交计算小图间的距离,得到下面矩阵 $D_{3 \times 3}$:

$$d(H(I_1), H(Q_1)) \quad d(H(I_1), H(Q_2)) \quad d(H(I_1), H(Q_3)) \\ d(H(I_2), H(Q_1)) \quad d(H(I_2), H(Q_2)) \quad d(H(I_2), H(Q_3)) \\ d(H(I_3), H(Q_1)) \quad d(H(I_3), H(Q_2)) \quad d(H(I_3), H(Q_3))$$

(4) $D_{3 \times 3}$ 的任意一行或列表示该行或列所在的小图与另外图像的三幅小图比较所得的距离值, 取其最小值即可表示该小图与另外图像的三幅小图比较相似度最大值。

$$B(I_i) = \min\{D[i][j] \mid j = 1, 2, 3\}$$

$$C(Q_j) = \min\{D[i][j] \mid i = 1, 2, 3\}$$

(5) 将小图结合成整图得到两个整图的相似度, 为了防止个别小图对整个大图的影响过大, 取最大值为图像之间最终相似度。

$$D(Q, I) = \max(\sum_{i=1}^3 B(I_i), \sum_{j=1}^3 C(Q_j))$$

对拍摄者表达思想的中心位置可以加以一个较大的权值, 再采用加权欧氏距离法来描述两图像的相似度, 这样产生的效果会更好。

4 实验

风景图像分类问题一直是计算机视觉研究的开放性课题。风景图像的分类可以提供对图像内容的理解, 因此是图像检索中一个非常值得研究的问题^[8]。王小玲提出的两种方法提高了对图像检索的能力, 而且平均面积直方图法在一般情况下比主要面积法检索效果更好。在此使用日出、瀑布、花草和山脉图像各 100 幅, 随机从中各抽取一幅图像作为模糊实例查询对象, 设定阈值 0.33, 使用新方法 with 平均面积直方图进行实验对比。结果如表 1、表 2 所示。

表 1 平均面积直方图实验结果

模糊实例	日出(100)	瀑布(100)	花草(100)	山脉(100)
日出图	71	7	5	17
瀑布图	6	66	4	13
花草图	3	9	81	5
山脉图	16	5	8	76
检全率	0.71	0.66	0.81	0.76
检准率	0.71	0.74	0.83	0.72

表 2 图像分割主要面积直方图实验结果

结果	日出(100)	瀑布(100)	花草(100)	山脉(100)
日出图	90	5	5	9
瀑布图	3	88	2	9
花草图	3	3	85	6
山脉图	9	4	5	91
检全率	0.9	0.88	0.85	0.91
检准率	0.82	0.87	0.83	0.83

从表 1 和表 2 的对比可以看出, 不论是从检全率还是从检准率的角度上, 图像分割主要面积直方图比平均面积直方图的检索效果都要好。

5 结束语

无论从理论上还是在实践中, 传统的基于颜色的 CBIR 效果没有王小玲提出的基于平均颜色直方图或是最大面积直方图显著, 而文中提出的图像分割面积直方图克服了平均颜色直方图的某些缺点, 又进一步提高了图像检索的效率。

参考文献:

- [1] Swain M J, Ballard D H. Color indexing[J]. International Journal of Computer Vision, 1991, 7(1): 11-32.
- [2] Moxon B. Defining Data Mining[M]. [s.l.]: Miller Freeman, Inc., 1996.
- [3] 王小玲. 基于内容的图像检索技术研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2006.
- [4] 章毓晋. 图像处理和分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [5] 阮秋琦. 数字图像处理学[M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [6] 涂占新. 数据挖掘方法及其应用展望[J]. 中南财经政法大学学报, 2003, 2(2): 117-120.
- [7] 韩祯祥, 张琦, 文福拴. 粗糙集理论及应用[J]. 信息与控制, 1998(2): 37-44.
- [8] 王珏, 苗夺谦, 周育健. 关于 Rough Set 理论与应用的综述[J]. 模式识别与人工智能, 1996, 9: 337-344.
- [9] Lin T Y, Cercone N. Rough Sets and Data Mining[M]. Boston: Kluwer Academic Publisher, 1997: 47-76.

(上接第 37 页)

参考文献:

- [1] Reynolds D A, Rose R C. Robust text-independent speaker identification using Gaussian mixture speaker models[J]. IEEE Trans. Speech Audio Processing, 1995, 3(1): 72-83.
- [2] Reynolds D A. Speaker identification and verification using Gaussian mixture speaker models[J]. Speech Communication, 1995, 17: 91-108.
- [3] Doddington G R, Przybocki M A, Martin A F, et al. The NIST speaker recognition evaluation - overview, methodology, systems, results, perspective[J]. Speech Communication, 2000, 31: 225-254.
- [4] Yared G F G, Violaro F, Sousa L C. Gaussian elimination algorithm for HMM complexity reduction in continuous speech recognition systems[C]//Ninth European Conference on Speech Communication and Technology. Brazil: ISCA, 2005: 377-380.
- [5] Fisher W, Zue V, Bernstein J, et al. An acoustic-phonetic database[C]//JASA, suppl. A. [s.l.]: [s.n.], 1986.