

# 一种基于颜色信息的图象检索方法

尹建芹 田国会 宁春林 路 飞

(山东大学控制科学与工程学院, 济南 250061)

**摘 要** 由于传统的基于颜色的图象检索都是基于颜色直方图的检索, 其很难将颜色信息和其他信息结合起来, 因此, 降低了图象检索的准确度。为了提高图象检索的准确度, 提出了一种基于颜色聚类表的图象检索方法, 该方法首先定义颜色聚类表, 并对图象进行颜色聚类; 然后利用聚类后的颜色信息构造聚类表, 并利用聚类表作为特征来对图象进行检索, 同时给出颜色聚类表的获取方法; 最后, 利用该方法进行了仿真实验。实验结果表明, 利用颜色聚类表, 根据图象的聚类结果来实现检索, 可以很方便地将颜色信息与其他信息结合起来。

**关键词** 计算机信息管理系统(520·6070) 图象检索 模式识别 聚类 颜色直方图

**中图法分类号:** TP391.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-8961(2003)09-1034-03

## A Color-based Image Retrieval Method

YIN Jian-qin, TIAN Guo-hui, NING Chun-lin, Lu Fei

(School of Control Science & Engineering, Shandong University, Jinan, 250061)

**Abstract** The traditional color-based image retrieval method is based on color-histogram method, which makes combine the color information with other information difficultly. To resolve this problem, a new method using the color cluster table is presented in this paper. A new method using the color cluster table is presented in this paper. First, cluster the image, then construct cluster table using the clustering information, at last, realize the image retrieval by this table. Here, definition of the cluster table is presented, and the method to achieve is discussed. Then based on this definition, a new color-based image retrieval method is put forward. With this method, the retrieval can be realized by cluster result, making it convenient to combine the color information with other information. In order to prove the efficiency of the method, it is applied to the automated warehouse field to realize the recognition of the material. And the results compared with those achieved by the traditional color-histogram method, which shows that satisfying results can be achieved by this method.

**Keyword** Image retrieval, Pattern recognition, Cluster, Color histogram

## 0 引 言

基于颜色信息的图象检索属于基于内容的图象检索的范畴, 而基于内容的图象检索(Content Based Image Retrieval, CBIR)方法则采用反映图象内容, 并与图象存储在一起的各种量化特征来进行检索, 即通过可视查询, 从图象数据库中提取相似图象。其方法是在建立图象库时, 先对输入的图象进行特征提取, 再将特征量存入与图象库相连的特征库; 检索时, 先提取查询图象的特征向量, 再通过将

该特征向量与特征库中的特征向量进行匹配, 然后根据匹配结果就可以得到所需的检索图, 即识别的结果图象。由此可见, 基于内容的图象检索包括特征提取、特征相似性度量两个关键问题。针对静止图象的检索, 可使用的特征有颜色、纹理、草图和形状等等。由于颜色具有尺度不变性和旋转不变性, 因而使得颜色在图象检索领域有着很重要的应用。

目前基于内容的图象检索广泛应用的特征颜色特征是颜色直方图<sup>[1]</sup>, 而 Swain 和 Ballard 的直方图相交算法<sup>[2]</sup>则是这一方面的基础, 但由于它需要存储和计算整个颜色空间的直方图, 因此计算量与存储量

基金项目: 国家自然科学基金(60104009); 山东省自然科学基金(Q99G09)资助项目

收稿日期: 2002-06-03; 改回日期: 2003-02-20

过大, Methre 曾使用参考颜色表来压缩直方图,但随着数据库的增删,颜色表会越来越不准确<sup>[3]</sup>,文献[4]采用聚类方法来解决参考色选择问题,但很难将颜色信息与其他信息结合起来,效果也不理想.本文提出了一种新的颜色特征——颜色聚类表,并用其对图象进行检索,这样,由于每幅图象就自带聚类信息,并且可以基于聚类后的结果来对图象进行检索,若再选择合适的聚类算法,则可以在保持旋转不变性的基础上,很容易地将颜色特征与其他特征(空间信息、亮度信息等)联系起来,因而,比传统的颜色直方图法更有效.

## 1 颜色聚类表

颜色聚类表是借鉴颜色查找表思想而构造的一种表格,由于它的基本信息是基于颜色聚类后的信息,因此,寻找快速、准确的聚类算法是构造颜色聚类表的一个关键问题,而聚类的关键则是确定聚类准则.目前,研究者们已经提出了许多聚类算法,如文献[5]提出了综合聚类法,即在合并初期,采用“最小色差准则”来消除噪声色的影响,而在合并后期,则采用“最小误差准则”,这样,由于保留了小区域,故可以得到较好的效果;文献[6]在 Ohta 颜色空间里实现了一种阈值结合模糊-C 均值的聚类算法,即先把特征比较明显的像素分成几个区域,然后运用模糊-C 均值聚类算法把剩余像素归并到隶属度最大的区域里来完成分割,但由于模糊-C 均值聚类算法需要反复递归迭代,所以运算时间较长,并且这是一种基于目标函数的聚类算法,容易陷入局部最小;文献[7]提出了一种新的聚类算法,该算法不是基于目标函数,而是针对数据直接设计的一种迭代运算,并用此聚类法对彩色图象实现了分割,分割结果证明该算法在无监督给出聚类方面具有较好的鲁棒性;文献[8]利用蜂巢式扩展来进行聚类,即利用 HSV 模型,先将色调、饱和度和亮度 3 个分量单独考虑,这样既克服了 RGB 模型关联性强的缺点,并且实时性较高.图象  $X$  中具有标号  $k$  的区域  $X_k$  的颜色平均值  $\overline{C(X_k)}$ <sup>[8]</sup> 的定义为

$$\overline{C(X_k)} = \frac{\sum_i \sum_j R_{X_k}(i, j) C(i, j)}{\sum_i \sum_j R_{X_k}(i, j)} \quad (1)$$

$$R_{X_k}(i, j) = \begin{cases} 1 & \text{如果像素}(i, j) \text{属于区域 } X_k \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

定义区域颜色的标准差  $\sigma_k^2(X_k)$  如下

$$\sigma_k^2(X_k) = \frac{\sum_i \sum_j R_{X_k}(i, j) d_E^2(\overline{C(X_k)}, C(i, j))}{\sum_i \sum_j R_{X_k}(i, j)} \quad (2)$$

基于上述定义,即可给出颜色聚类表的定义.

### 1.1 聚类表定义

对于  $I \times J$  的归一化彩色图象  $X = C(i, j) = [r(i, j), g(i, j), b(i, j)]$ ,  $i = 1, 2, \dots, I$ ;  $j = 1, 2, \dots, J$ ; 可以将颜色聚类表定义为这样一种表格:其内容是聚类后的各区域的颜色均值  $\overline{C(X_k)}$  和区域颜色标准差  $\sigma_k^2(X_k)$ , 以及该类区域的像素数  $N$  和颜色区域的分类号  $I$ .

### 1.2 获取算法

算法步骤如下:

- (1) 采集一定量的颜色样本;
- (2) 对各个样本点采取合适的方法进行聚类, 聚类过程中对各区域进行标记, 并按照式(1)计算  $\overline{C(X_k)}$ 、 $\sigma_k^2(X_k)$  和每种分类的像素数  $N_i$ ;
- (3) 按像素数  $N$  的降序排列得到分类号  $1, 2, \dots, m$ ;
- (4) 按照分类号的升序, 依照 1.1 节的定义来构造颜色聚类表;
- (5) 为了消除噪声的影响, 去掉  $N_i < \alpha$  (经验阈值) 的颜色信息, 即可得到最终的颜色聚类表.

## 2 颜色相似性度量

设检索图象为  $Q$ , 库存图象为  $S$ . 由于颜色的相似性度量是进行图象检索的一个关键问题, 因此为了正确地度量两幅图象的差异, 本文采用如下 Mahalanobis 距离:

$$d_M(Q_k, S_k) = \frac{d_E(\overline{C(Q_k)}, \overline{C(S_k)})}{\sqrt{\sigma(Q_k) + \sigma(S_k)}} \quad (3)$$

其中,  $d_E(\overline{C(Q_k)}, \overline{C(S_k)})$  代表的是两幅图象中具有相同标号  $k$  的聚类区域之间的欧氏距离,  $\sigma(Q_k)$ 、 $\sigma(S_k)$  分别代表的是图象  $Q$  和  $S$  具有标号为  $k$  的区域的颜色标准差, 由于其考虑了颜色在其均值色周围的分散性, 因此采用 Mahalanobis 距离, 可有效地消除颜色分散性的影响, 其与欧氏距离相比, 准确性较高.

定义  $n = \max(\max(I_Q), \max(I_S))$ , 两幅图象的

距离为:  $d = \sum_{l=1}^L d_M(Q_{t(l)}, S_{t(l)}), L=1, 2, \dots, \max I$ ;

(1) 如果  $\frac{\max(I_Q) - \max(I_S)}{n} > \beta$  (经验值), 则认为图象不匹配, 否则进行第2步;

(2) 比较检索图象  $Q$  与  $S$  中各图象的距离, 取距离最小  $d_{\min}$  的图象作为候选相似图象, 转第3步;

(3) 如果  $d_{\min} < \gamma$  (经验值), 则认为图象  $Q$  与  $S$  中满足上述条件的图象相似, 否则, 不相似。

### 3 实验结果及讨论

为了验证本文算法效果, 利用该图象检索算法来对立体仓库中货物进行了自动识别实验。自动化立体仓库从20世纪50年代首次出现以来, 由于在实践应用方面具有无可比拟的优越性, 现在, 立体仓库已经成为现代物资存取技术与自动化技术相结合的高新技术产物, 具有重要的研究意义。算法实现采用 VC++6.0 和 Microsoft Access 2000 进行程序编制, 由于立体仓库机械手上的摄像头只能从物体的斜上方抓取图象, 致使图象的各部分亮度变化不均, 因此对于亮度变化考察不应该太严格, 故聚类算法采用文献[8]中提出的蜂巢式扩展聚类方法, 即在扩展过程中, 先将 RGB 空间变换到 HSI 空间, 以便在扩展过程中可以单独考察  $H, S, I$  分量的变化; 然后进行蜂巢式扩展, 扩展结束后, 再将 HSI 空间反变换到 RGB 空间, 其中, 变换过程中用到的 HSI 空间模型为完全归一化的空间模型。实验证明, 本文提出的方法可以取得较好的检索效果, 实验过程中, 取  $\beta=0.7, \gamma=43$ , 识别准确率可达 86%。

针对特殊的应用环境, 根据上面的识别结果可以看出, 本文算法比较有效地解决了货物检索问题。另外, 由实验过程还可以看出, 聚类过程降低了图象检索算法的实时性, 但是由于本图象检索方法中采用的聚类算法只考察了颜色信息, 而没有考虑空间信息, 因此, 虽然相对于采用其他聚类算法检索方法的速度要快, 但是却降低了准确性, 可见针对具体的应用环境, 聚类算法还有待完善。

在其他应用场合的聚类过程中, 如果聚类算法能将空间信息<sup>[8]</sup>考虑在内, 那么就可以得到将颜色和空间信息相结合的检索算法。

#### 参考文献

- 1 Swain M J, Ballard D H. Indexing via color histogram[A]. In:

Proceedings International Conference Computer Vision'90[C], Osaka, Japan, 1990:390~393.

- 2 Swain M J, Ballard D H. Color indexing[J]. International Journal Computer Vision, 1991, 7(1):11~32.
- 3 Methre B M, Kankanhalli M S. Color matching for image retrieval[J]. Pattern Recognition Letters, 1995, 16(3): 325~331.
- 4 伯晓晨, 刘建平. 基于颜色直方图的图象检索[J]. 中国图象图形学报, 1999, 4A(1):33~37.
- 5 柏子游, 张勇, 虞烈. 一种彩色图象的色彩分割方法[J]. 模式识别与人工智能, 1999, 12(2):241~244.
- 6 Lim Y W, Lee S U. On the color image segmentation algorithm based on the thresholding and the fuzzy c Means techniques[J]. Pattern Recognition, 1987, 20(9):278~282.
- 7 何金国, 石青云. 一种新的聚类方法[J]. 中国图象图形学报, 2000, 5A(5):401~405.
- 8 佟国峰. 足球机器人实时真彩色视觉系统研究与开发[D]. 沈阳: 东北大学, 1999.
- 9 Tremeau A, Borel N. A region growing and merging algorithm to color segmentation[J]. Pattern Recognition, 1997, 30(7): 1191~1203.

**尹建芹** 1978年生, 2000年获山东大学自动化工程专业学士学位, 2002年获山东大学控制科学与工程学院硕士学位, 现为济南大学信息科学与工程学院教师, 研究方向为模式识别、计算机视觉。



**田国会** 教授, 1969年生, 1990年获山东大学数学系控制科学专业理学学士学位, 1993年获山东工业大学工业自动化专业工学硕士学位, 1997年获东北大学自动控制理论及应用专业博士学位, 研究方向为离散事件动态系统/混杂动态系统、生产过程优化调度、机器人控制和振动主动控制等。



**宁春林** 1977年生, 2002年获山东大学控制科学与工程学院硕士学位, 研究方向为优化调度、自动控制理论及应用。



**路飞** 1973年生, 现为山东大学控制科学与工程学院讲师, 1997年获东北大学自动控制理论及应用硕士学位, 研究方向为自动控制理论及应用。

