

张学福

# 论数字图书馆基于颜色内容的图像检索技术\*

**摘要** 基于特征对图像进行检索是指在建立图像库、将输入图像存入图像库的同时,将其对应的特征向量也存入与图像库相连的特征库。检索时,分析查询图并提取该图的特征向量,然后搜索。颜色是图像的最显著特征。图1。参考文献26。

**关键词** 图像检索 颜色检索 检索技术

**分类号** G250.76

**ABSTRACT** Characteristics-based image retrieval is to create records of characteristic vectors in the characteristic database linked with the image database while creating records in the image database. When searching, the computer will analyze search charts, derive the characteristics vectors of the images, and then execute the search job. Color is the most remarkable characteristics of image. 1 fig. 26 refs.

**KEY WORDS** Image retrieval. Color retrieval. Retrieval techniques.

**CLASS NUMBER** G250.76

早期基于文本索引方式的图像数据库检索方法存在着许多问题:在输入图像时,由人工对图像附加表现其内容的关键字等信息,工作量大,检索界面不够灵活;由于不同人对同一幅图像有不同理解,导致文本描述信息存在多义性。人们希望系统能自动地理解所处理图像的内容,能根据图像的内容自动建立索引,向用户提供更为直观的检索接口。近年来国际上广泛开展了基于内容的图像检索研究。其中,利用各种特征对图像检索的方法已取得相当进展。

基于特征对图像进行检索是指在建立图像库时,对输入的图像先进行图像分析,提取图像或目标的特征向量,并在将输入图像存入图像库的同时将其相应的特征向量也存入与图像库相连的特征库<sup>[1]</sup>。在进行图像检索时,对每一幅给定的查询图,进行图像分析并提取该图的特征向量。通过将该图特征向量与特征库中的特征向量进行匹配,根据匹配结果到图像库中搜索就可提取出所需要的检索图。

该检索区别于传统的基于关键字的检索,它具有如下特点:(1)从图像内容中直接提取信息线索。(2)它采用相似性匹配的方法逐步求精来获得查询的结果。(3)特征提取和索引建立可由计算机自动实现,避免了人工描述的主观性,也大大减少了工作量。(4)大型数据库(集)的快速检索<sup>[2]</sup>。

这里图像特征主要指图像的形状、颜色、纹理

等。颜色是图像的最显著特征,也是人识别图像的主要感知特征。颜色还具有旋转不变性和尺度不变性,对大小、方向都不敏感。颜色特征成为基于内容检索所采用的主要手段之一。

## 1 基于颜色的检索算法的基本思想

数字化图像颜色特征分析技术相对成熟,基于颜色内容的图像检索方法得到很大发展。其基本过程是:(1)用数字化色度空间量化图像颜色分布。(2)用颜色直方图表示图像的整体颜色分布特征。(3)利用颜色直方图向量构造图像颜色特征索引记录。(4)利用聚类分析或神经网络自组织等技术构造基于分类的图像颜色特征索引库。(5)在用户检索时用相同方法将用户绘制的颜色分布图或引用的检索范围(统称检索图)转换为相应的颜色直方图。(6)利用颜色直方图匹配算法计算检索图和目标图的相似度;将相似度在一定阈值范围内的目标图检索出来,并按相似度输出<sup>[3]</sup>。其中颜色直方图是关键,随着它采用的颜色空间和匹配方法不同,算法也不同。

利用颜色特征对彩色图像进行基于内容的检索,人们已提出多种不同的算法<sup>[4-7]</sup>。章毓晋等曾对其中8种算法借助以国旗为主的一个合成图像库进行了实验比较<sup>[8]</sup>。实验结果表明,基于累加直方图的算法性能最优。这是因为在以欧氏距离为相似

\*本文为黑龙江大学杰出青年基金资助项目“现代信息检索理论与实践研究”的成果。

度的测度时,累加直方图能较好地体现彩色信号在其分布轴上各抽样点间的相关性。然而,对颜色更复杂的实际图像库采用累加直方图算法取得的检索结果并不能令人满意。刘忠伟等利用局部累加直方图的方法,即把色度沿分布轴分成若干个局部区间而在各局部区间内分别应用累加直方图法解决了这一问题<sup>[9]</sup>。

另外,在建立颜色直方图前,为减少直方图的维数,有必要对颜色进行聚类。

聚类的基本思想是以量化点颜色为轴心,把与该颜色相似的颜色归并到这一类,在最低平均方差下聚类出最少数目的颜色。关于颜色聚类的算法目前已有多种,如 John R. Smith 等的颜色集<sup>[10]</sup>,曹利华等的非等间隔量化<sup>[11]</sup>,李向阳等的色彩簿以及基于图像的颜色聚类等<sup>[12,13]</sup>。聚类效果的好坏,将直接影响检索结果的精度。

## 2 基于颜色特征的索引技术

### 2.1 算法基础

#### 2.1.1 颜色模型

数字图像的颜色模型有多种,每一种颜色模型都有不同的应用场合。为了保证检索的效率和性能,颜色模型的选择至关重要。

RGB 模式是数字图像普遍采用的颜色模式。然而,RGB 颜色空间的最大缺点就是 RGB 空间中的颜色不能直接与感知上的颜色模型相对应。在所有的颜色空间中,HSV 模型能较好反映人对颜色的感知和鉴别能力。此外,它还具有线性伸缩性、可感知的颜色差与颜色分量的相应值的欧几里德距离成比例,因此非常适合基于颜色的图像相似性比较。

从 RGB 到 HSV 的转换非常方便<sup>[14]</sup>。

#### 2.1.2 颜色直方图及其距离度量

利用颜色特征进行图像检索的关键之一是颜色特征的提取。图像的颜色特征可以是各种颜色的比例分布以及颜色的空间分布等,目前大部分基于颜色的检索系统都采用颜色比例分布来获取颜色特征,这就是图像领域中的直方图法。

传统的颜色直方图主要有 3 种:Jain 等人提出的 3 个独立的一维直方图<sup>[15]</sup>;Swain 等人提出的一个三维直方图<sup>[16]</sup>;Mehtre 等人的基于参考颜色表的颜色直方图<sup>[17]</sup>。一维直方图方法减少了直方图的维数,但没有考虑颜色间的相关性,三维直方图方法考虑了颜色间的相关性,但增加了直方图的维数,基于参考颜色表的颜色直方图方法同时考虑了两者,但参

考颜色表是静态的,使得它只适合于商标图像库的检索。刘相滨等从整个颜色空间的角度出发,提出一种动态的参考颜色表,即示例图像的主颜色表<sup>[18]</sup>。

图像检索的颜色直方图法是通过度量图像间颜色直方图的距离来衡量图像的相似性。目前有多种颜色直方图距离的度量方法,如直方图的 Manhattan 距离, Euclidean 距离, Swain 和 Ballard 的直方图相交算法以及二次型距离等。在这些度量方法中,相交算法应用最广,它比二次型距离算法简便,又比 Manhattan 距离, Euclidean 距离的效率高得多。

### 2.2 全局颜色特征索引

全局颜色特征索引目前采用最多的是颜色直方图的方法。Swain 的主要思想是根据颜色直方图统计每种颜色在图像中出现的概率,然后采用颜色直方图的交来度量两幅图像颜色的相似性,其最大的缺点是完全丢失了图像颜色的空间信息。

Pass 等人提出以图像的颜色聚合矢量 CCV (color coherence vector) 来作为图像的索引<sup>[19]</sup>,它是图像直方图的一种演变,其核心思想是当图像中在感知上颜色相似的像素所占据的连续区域的面积大于一定的阈值时,则该区域中的像素为聚合像素,否则为不聚合像素。这样统计图像所包含的每种颜色的聚合像素和不聚合像素的比率称为该图像的颜色聚合矢量。在图像检索过程中匹配目标图像的颜色聚合矢量和检索图像的颜色聚合矢量,聚合矢量中的聚合信息在某种程度上保留了图像颜色的空间信息。

Stricker 和 Orengo 提出了累计颜色直方图方法,并且提出了颜色矩的方法,认为颜色信息集中在图像颜色的低阶矩中。他们主要对每种颜色分量的一阶、二阶和三阶矩进行统计<sup>[20]</sup>。

Rickman 和 Stonham 提出了颜色元组直方图方法<sup>[21]</sup>,它将一幅图像中的所有颜色用一些颜色元组来表示,这些颜色元组特征形成了一个特征编码簿。然后对一幅图像中特定位置的  $n$  个采样点所对应的颜色元组的特征值在特征编码簿中出现概率进行统计,就形成了一个颜色元组的直方图。这种方法同一般颜色直方图方法不同的是:不是对每个像素点进行统计,而仅仅对一些设定的采样点进行统计;每个采样点的特征由周围一些像素的色调的组合来表示,目的是试图捕获一些颜色空间信息。

关于图像颜色直方图之间的距离,目前主要有直方图的交、直方图的绝对值距离<sup>[22]</sup>,Niblack 和 Barber 等人采用的直方图的欧几里德距离的度量方

法<sup>[23]</sup>,Hafner 等人提出的以颜色直方图之间的加权距离作为直方图之间的距离度量方法<sup>[24]</sup>。

### 2.3 局部颜色特征索引

局部颜色特征分割方法主要有:基于固定块的图像分割、基于手工的区域分割、采用交互的半自动的区域分割以及一些自动的颜色分割方法。局部区域中的颜色信息可以表示为平均颜色、主颜色、颜色直方图和二进制颜色集。

Hsu 等人试图结合图像的颜色信息和图像颜色的部分空间信息对颜色的直方图进行检索,其主要思想是从图像中选择一些代表颜色,然后将图像划分成一定的矩形区域,每个区域中以一种主要的单一颜色作为代表,两个图像之间的相似性是两个图像之间具有相似颜色区域的重叠程度<sup>[25]</sup>。

IBM 的 QBIC 系统通过交互的工具对图像中对象轮廓进行提取,并统计对象区域的平均颜色和颜色直方图等表示对象颜色特征。

Stricker 和 Dimai 认为图像中最有意义的区域位于图像的中心。将图像划分为 5 个模糊的区域,其中心的区域为一个椭圆形,将椭圆外的图像进行一定的模糊化,目的是保持图像中的颜色信息对小的平移和旋转影响不敏感,然后再对每个区域中每种颜色通道的一到三阶矩进行统计,这种方法保留了图像颜色的一部分空间信息。

Smith 和 Chang 采用颜色的自动分割方法,形成一个二进制的颜色索引集,在图像匹配中,比较这些图像颜色集的距离和颜色区域的空间信息<sup>[26]</sup>。

## 3 图像数据库索引结构

在析取了图像颜色特征后,需要将内容特征值存储在合理的索引结构里以提供有效的匹配检索。内容特征索引库的基本结构可用图 1 表示。

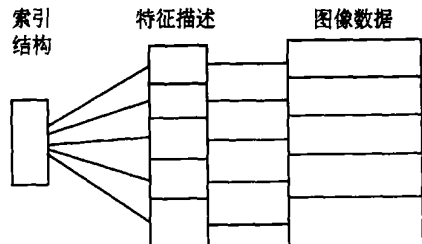


图 1 内容特征索引库基本结构

索引结构分为 3 层,最底层是图像数据,存储了图像的完整内容;第 2 层是特征描述层,抽取并存储

每一幅图像的特征向量(特征向量的容量比完整图像数据小得多);最高层是索引结构层,目的是减少特征向量的数量,主要存储指向特征向量的指针。

## 4 目前研究中存在的主要问题及进一步研究的方向

人们对颜色特征的视觉感知方面的考虑仍然不够。虽然目前大多数基于颜色特征的图像检索采用了和人对颜色感知相一致 HSV 颜色空间,但关于两种颜色之间的相似度的定义和视觉上人对相似颜色的判定仍有一定的差距。

从颜色特征表示来看,各种形式的颜色直方图是最常采用的表示方法,一般指定相同的颜色集,采用几十到上百维的高维直方图。实际上人对两图像画面的颜色的相似性判定主要考虑少数几种主要的颜色。不同的图像有不同的颜色集,对包含不同颜色集两图像之间的相似性判定仍需要进一步研究。

为进一步提高颜色特征的检索效果,要从颜色物理、视觉、心理几方面进行综合深入研究。

### 参考文献

- 1 刘忠伟,章毓晋.综合利用颜色和纹理特征的图像检索.通信学报,1999(5)
- 2 卢汉清等.基于内容的视频信号与图像库检索中的图像技术.自动化学报,2001(1)
- 3 毛力,张晓林.基于颜色内容的图像检索原理与方法.情报科学,2000(6)
- 4,16,22 Swain M J, Ballard D H. Color indexing. Intl. J. Computer Vision, 1991(7)
- 5,17 Mehtre B M. et al. Color matching for image retrieval. Pattern Recognition Letters, 1995(16)
- 6,20 Stricker M A, Orengo M. Similarity of color images. In: Proc of SPIE: Storage and Retrieval for Image and Video Databases III. San Jose, CA, 1995, 2420
- 7 Kankanhalli M S et al. Cluster-based color matching for image retrieval. Pattern Recognition, 1996(29)
- 8 Zhang Y J. et al. Comparison and improvement of color-based image retrieval techniques. SPIE 3312, 1998
- 9 刘忠伟,章毓晋.利用局部累加直方图进行彩色图像检索.中国图像图形学报,1998(7)
- 10 JOHN R SMITH, CHANG Shih-fu. Tools and techniques for color image retrieval. IS & T/ SPIE, 1996, 2670
- 11 曹莉华,柳伟.基于多种主色调的图像检索算法研究与实现.计算机研究与发展,1999(1)
- 12 李向阳,鲁东明.基于色彩的图像数据库检索方法的研究.计算机研究与发展,1999(3)

刘志敏 董 慧

## 推拉技术在数字图书馆中的应用\*

**摘 要** 推拉技术是一种能提供及时、主动的定制化网上信息服务技术。其原理和工作方法已运用于网上信息服务,在数字图书馆的读者信息服务和信息采访中应用广泛,前景广阔。图1。

参考文献 8。

**关键词** 推拉技术 数字图书馆 信息服务 信息采访

**分类号** G250.76

**ABSTRACT** Pull-push technology is a network technology providing timely, active and customized services. Its principles and methodologies have already been applied in network information services, and can also be applied in reader information services and information acquisition of digital library. 1 fig. 8 refs.

**KEY WORDS** Pull-push technology. Digital library. Information service. Information acquisition.

**CLASS NUMBER** G250.76

推拉技术是一种新的网上信息服务技术,能够提供及时、主动的定制化服务。本文将研究如何将它应用于我们数字图书馆中的信息查询服务、采编工作,使它们更好地服务于读者,同时给我们图书馆工作带来更高的效益。

### 1 推拉技术概述

#### 1.1 推拉技术的概念

所谓“推”技术,是与“拉”技术相对的,就是服务器根据事先规定的设置文件,而不是根据用户实时要求,主动向浏览器递送信息的技术。“推”(Push)

技术与使用浏览器查找的“拉”(Pull)信息技术不同,它是根据用户的需求,有目的地按时将用户感兴趣的信息主动发送到用户的计算机中。就像是广播电台播音,“推”技术主动将最新的新闻和资料推送给客户,使用者不必上网搜索。

在“推”技术问世之前,人们往往利用浏览器在因特网上搜寻,一方面,面对浩如烟海的信息,很多用户花费相当多时间和费用也难以“拉”到自己所需要的信息;另一方面,信息发布者希望将信息及时、主动地发送到感兴趣的用户计算机中,而不是等着用户来拉取。“推”技术采用一种广播的模式,其特

- 
- |   |   |
|---|---|
| <p>13 薛向阳,罗航哉.一种新的颜色相似度定义及其计算方法.计算机学报,1999(9)</p> <p>14,18 刘相滨,邹北骥.一种基于主颜色表的图像检索算法.湖南大学学报(自然科学版),2001(1)</p> <p>15 Jain A K, Vailaya A. Image retrieval using color and shape. Pattern Recognition, 1997,29(8)</p> <p>19 Pass G, Zabih R, Miller J. Comparing images using color coherence vectors. In: Proc of ACM Intern Conf Multimedia. Boston, MA, 1996</p> <p>21 Rickman R, John S. Content based image retrieval using color tuple histograms. In: Proc of SPIE: Storage and Retrieval for Image and Video Database. San Jose, CA, 1996,2670</p> <p>23 Niblack W, Barber R et al. The QBIC project: Querying images by content using color, texture and shape. In:</p> | <p>Proc of SPIE: Storage and Retrieval for Image and Video Database. San Jose, CA, 1994</p> <p>24 Hafner J, Sawhney H, Equitz W et al. Efficient color histogram indexing for quadratic form distance function. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1995,17(7)</p> <p>25 Hsu W, Chua T S, Pung H K. An integrated color-spatial approach to content-based image retrieval. In: Proc ACM Multimedia '95 Conference. San Francisco, 1995</p> <p>26 Smith J R, Chang S F. Tools and techniques for color image retrieval. In: Proc of SPIE: Storage and Retrieval for Image and Video Database. San Jose, CA, 1996,2670</p> <p>张学福 黑龙江大学信息管理学院副教授,副院长。通讯地址:哈尔滨市。邮编 150080。(来稿时间:2002-07-03)</p> |
|---|---|

\*本文系国家社会科学基金项目“数字图书馆相关关键技术研究”(批准号:00B TQ004)的研究成果。