

文章编号: 1001-8360(2004)06-0037-07

一种特征库可更新的相关反馈图像检索方法

苏宏江, 赵 耀, 邢 强
(北京交通大学 信息科学研究所, 北京 100044)

摘 要: 相关反馈方法是对基于内容图像检索系统的有效改进, 它将人类视觉特性逐步引入检索过程, 有效地减小了图像低层特征表示与图像语义理解之间的差异。但传统的相关反馈算法存在反馈次数多, 且无法积累用户反馈信息等缺点。本文针对这些缺点, 在相关反馈图像检索系统中引入了可更新特征库。即在原始特征索引库的基础之上引入了一个用户可修改的特征索引库, 系统可以将用户多次反馈的信息逐步嵌入到这个特征索引库中。与此同时, 我们提出了一种基于多分辨率分析的彩色图像纹理特征描述方法, 并将其用于特征库的构建中。我们在一个含有 10 000 幅图像的图像库上所做的测试结果表明: 与 Illinois 大学的 MARS 系统相比^[1], 本系统可明显提高系统检索准确率和相关反馈的收敛速度。

关键词: 基于内容的图像检索(CBIR); 相关反馈; 可修改特征库

中图分类号: TN911, TP391 文献标识码: A

A Relevance Feedback-Based Image Retrieval with an Updatable Feature Database

SU Hong-jiang, ZHAO Yao, XING Qiang
(Institute of Information Science, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China)

Abstract: Relevance feedback is an efficient improvement to the Content-Based Image Retrieval system. It narrows down the gap between low-level feature representation of an image and its semantic meaning, gradually introducing human vision property into the retrieval process. But there are some drawbacks in many conventional relevance feedback algorithms, such as the system needs too many feedback iterations, and cannot reuse the former user's feedback information. In this paper, we improve one conventional relevance feedback algorithm by introducing an updatable feature database into the improved algorithm. With this algorithm, a system can gradually embed the users' feedback information into the updatable database. At the same time, we propose a new texture description of a color image, based on multi-level resolution analysis, and use this description as part of our low-level feature vectors. The experiment on an image database, including 10 000 pictures, shows that the improved algorithm can greatly improve the retrieval precision and the convergent speed of feedback, compared with that in MARS of Illinois University^[1].

Key words: Content-Based Image Retrieval(CBIR); relevance feedback; modifiable feature database

基于内容的图像检索(CBIR)是目前国内外信息检索领域的热点研究课题。它与 Internet 网页上常用的基于文字匹配的检索方法有本质上的不同。从概念上来讲, 基于内容的图像检索是在对图像本身所反映的内容信息的多层面理解基础之上, 然后对图像进行

索引及检索的技术。从目前研究的现状来看, 主要是在提取图像的颜色、纹理、形状等低层特征之后, 依据这些特征和一定的检索算法来检索图像。著名的 CBIR 系统有: QBIC^[1], PhotoBook^[2], Blobworld^[3], SIMPLIcity^[4], MARS^[5] 及 iFind^[6] 等。

过去对基于内容的图像检索的研究主要集中在 3 个方面:

(1) 以图像的全局特征作为索引, 通过特征空间中的距离度量来计算图像之间相似度, 从而实现相似

收稿日期: 2003-12-05; 修回日期: 2004-07-20
基金项目: 霍英东青年教师基金(81053);
国家自然科学基金(60172062、60373028);
博士点基金的联合资助
作者简介: 苏宏江(1977—), 男, 陕西宝鸡人, 硕士研究生。
E-mail: jianghong@bjtu.ac.uk

图像的检索。这些特征主要是通过各种统计直方图或者空间变换生成的。例如:颜色直方图^[7],颜色相关向量^[8],小波纹理特征等。

(2) 以图像的区域特征作为索引,图像之间的相似性比较是建立在区域特征层面上的相似性度量。两幅图像区域之间的匹配比较方法主要有:单区域匹配方法^[3],综合区域匹配^[4]等。相比第一个方面,这种建立在区域基础之上的检索更接近于图像的语义内容。但由于目前区域分割技术还远未达到检索所要求的在语义层面上的分割,因此这类基于区域特征的图像检索方法并不能得到令人十分满意的效果。

(3) 建立在相关反馈基础之上的图像检索技术。这种技术有效地克服了图像低层特征与语义层特征之间对应关系较为复杂的问题。它在用户检索的过程中,逐渐地使用用户反馈的信息将图像低层特征与语义层内容联系起来,从而实现了语义层内容的检索。比较有效的方法有:Cox 等提出的修改特征的概率分布的方法;Rui 等提出的修改特征向量和特征分量权重的方法^[1]。后一种方法由于其易于实现且效果不错而被很多系统所采纳。但是这些反馈算法仍然具有一定的局限性:首先,在实际检索中,由于语义内容表达的丰富性,使得低层特征与语义层内容之间可能存在很大的差距,因此用户反馈信息对低层特征的修改很可能达不到期望的效果,有时候甚至不如未反馈之前的检索结果。其次,这些检索算法都不对特征库进行更新,即:用户在查询中逐渐反馈给系统的信息不能保存下来,而在以后的检索请求中,这些信息中有很大一部分可能被用到。

针对上述反馈算法中存在的问题,本文提出了一种在修改查询实例特征、特征分量权重及特征库中特征向量的方法,有效提高了反馈算法的收敛速度及检索的准确率。而且系统允许用户选择放弃或保存自己对特征库所做的修改,从而使单个用户对系统的反馈信息可以用于改善系统以后的检索性能。

1 检索系统原理与实现

图 1 是本文提出的改进算法的 CBIR 系统框图。

在图 1 中,首先由用户提交查询请求,然后系统自动提取查询实例的特征向量,并用此向量在原始特征向量库中进行特征匹配查询,从而得到与之相似的一组特征向量,接着由这些特征向量映射到图像库中,并将所得到的图像输出到用户界面,完成一次检索。在下次检索之前,用户需要对系统的第一次输出做一个简单的下标数据,并将评价结果反馈给系统,系统根据用

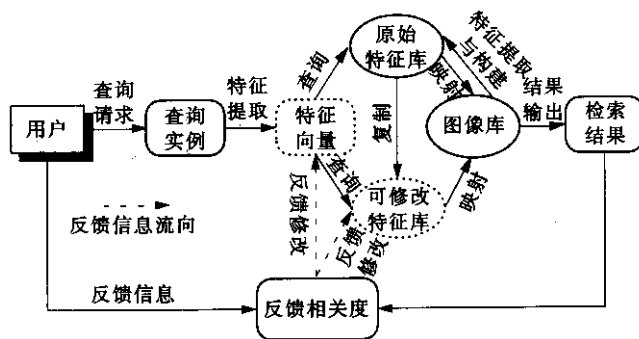


图 1 基于改进算法的检索系统框图

户的反馈信息修改查询实例的特征向量及特征向量各个分量在相似度计算中所占的权重,与此同时,用户可以通过修改系统第一次反馈回的图像特征向量来修改特征库中特征向量的分布,从而使特征库中各个特征向量能更好地描述图像的语义特性(图中修改特征库的初始数据是原始特征库的直接拷贝)。当系统完成特征向量库的修改与更新之后,方可进行第二次查询。系统在第二次查询中将用修改特征库代替原始特征库,其余步骤与第一次检索过程相同。之后的检索类似于第二次检索过程,直至用户得到满意结果或提交另一个查询实例。我们将在本节的后续部分详细介绍关键部分的原理与实现。

1.1 特征索引库的构成

在 CBIR 研究中,图像特征的提取是非常关键也是最困难的部分,因为特征提取是图像语义内容信息到具体的数学描述转换过程,存在着图像语义理解、分析及数学模型的建立等非常棘手的问题。下面将简要介绍系统中所采用的几种特征,包括目前 CBIR 系统中常用的一些特征提取方法和本文在这方面所做的工作。

1.1.1 颜色直方图

一种引入图像颜色信息的简单而且非常有效的方法是,在合适的颜色空间中进行直方图统计。文献^[7]中提出的 $4 \times 4 \times 4$ 维颜色直方图是在 RGB 颜色空间中对各个颜色分量进行 4 区间量化,然后统计图像中所有像素所属子空间情况,从而建立的一种特征。

1.1.2 颜色相关向量

由于简单的颜色直方图,很难反映颜色空间分布信息。文献^[8]中对颜色直方图的每一个分量中所包含的像素进行了进一步细化分类,分为聚合点(coherent pixels)和分散点(scattered pixels)。经过这样处理之后,原来直方图的每一维分量均可用一个二维矢量(coherent vectors)来替代。这种特征在一定程度上引入了颜色的空间分布信息,因此从理论上来讲,会有助于进一步区分图像之间的相似与否。

1.1.3 小波纹理特征

小波分解的各频率通道系数在一定程度上反映了图像像素在水平、垂直及对角线方向上的变化情况,因此这些系数的某种函数可以用来衡量图像的纹理特性。首先对图像进行三级小波变换,然后求得每个通道系数的均方值,从而得到一个 10 维特征向量,用以描述整个图像的纹理特性。本文的 CBIR 系统将此特征和颜色直方图一起构成一种特征索引库。

1.1.4 多分辨率颜色纹理特征

以往对图像纹理特征的研究主要停留在灰度图像上,而事实上图像的纹理特征并不只是反映在它的灰度信息里,因此颜色空间域中纹理特征的有效描述可能更有助于提高彩色图像检索的效果,因此本文提出了一种多分辨率颜色纹理特征。

对于一幅图像 I , 计算每个像素点 $p(i, j)$ 与其相邻的 8 个像素之间在颜色空间中的距离 $z(i, j)$, 统计 $z(i, j)$ 的分布, 得到分布函数 $f(z)$ 。

按式(1)计算 $z(i, j)$ 的均值 m_z , 其式为

$$m_z = \int_{-\infty}^{+\infty} z f(z) dz \quad (1)$$

式中, m_z 为反映图像中相邻像素变化的剧烈程度。当距离均值较小时, 表明各像素之间变化比较平稳; 反之, 表明各像素之间变化比较剧烈。

按式(2)计算 $z(i, j)$ 的方差 ν_z , 其式为

$$\nu_z = \int_{-\infty}^{+\infty} (z - m_z)^2 f(z) dz \quad (2)$$

式中, ν_z 为反映图像中不同纹理特性区域的多少情况。当方差较小时, 表明图像中含有比较一致的纹理特性区域; 反之, 表明图像中含有多个不同纹理特性区域。因此可以将 m_z 和 ν_z 作为衡量图像纹理特性的特征。为了能够反映图像在不同分辨率下的纹理特性, 系统中将原始图像作 5 次分辨率降低处理, 在每一个分辨率上提出相应的两个特征, 从而得到一个 10 维的纹理特征向量, 将此纹理特征与颜色直方图一起构成一种特征索引库。

在特征库的构建中, 特征向量的颜色分量部分由颜色直方图和颜色相关向量中的一种组成, 而纹理分量部分由小波纹理特征和多分辨率颜色纹理特征中的一种组成。

1.2 反馈算法与实现

这一部分将介绍查询图像特征向量的修改及各分量权重的反馈算法, 以及在此算法基础上提出的修改特征索引库的方案和引入可更新特征库的方法。

1.2.1 基本反馈算法

传统的相关反馈检索过程如下: 首先由用户向系

统提出查询请求, 系统根据查询实例的特征在特征索引库中查找与之相似的特征向量, 从而返回给用户这些特征向量所对应的图像。然后, 用户对系统检索到的图像与查询图像之间的相似度做出评价, 比如简单地评价为相似或不相似(本文系统采用此方式), 或标注出检索到的图像与查询实例的相似程度。将此信息反馈给系统, 系统对查询实例的特征和特征分量在相似度度量中的权重进行修改, 然后再做特征匹配, 进而返回更接近于用户查询意图的图像。经过这样一次次的反馈, 系统逐渐返回给用户所期望的结果。这类反馈算法已有理论上的推导, 本文直接引用其结论, 式(3)和式(4)给出其主要结论。式(3)是系统根据用户反馈信息对查询实例的特征所做的更新。

$$Q^T = \frac{\pi^T X}{\sum_{n=1}^N \pi_n} \quad (3)$$

式中, Q^T 表示更新后的查询特征向量; X 是由所有检回图像的特征向量组成的矩阵; N 是系统检回的图像个数; π 是用户对每幅图像的标注权重组成的向量。

式(4)表示系统根据用户反馈信息, 对各个特征分量的匹配权重所做的更新。

$$W = (\det(C))^{1/K} C^{-1} \quad (4)$$

式中, W 为权值矩阵; C 是 X 的加权方差阵; K 是特征向量的维数, 当 $N < K$ 时, C 是不可逆的, 而且 C 矩阵的获取计算复杂。在实际应用中, 系统检索回的图像个数往往小于特征向量维数, 这时, W 为对角矩阵, 可简化为一个 K 维向量 W_K , 这时, 两向量 X_n 和 Q 之间的距离度量即可用加权欧氏距离来表示, 如式(5)所示。

$$d(X_n, Q) = (W_K^T (X_n - Q))^T (W_K^T (X_n - Q)) \quad (5)$$

通过以上对特征向量的修改, 可以使该向量逐渐逼近要检索图像类的特征向量中心。而对于特征分量权重的修改, 相当于对原特征空间做一次次的空间变换, 将原特征空间中比较分散的同一类特征向量映射到新空间的超椭球体内。

1.2.2 特征库可更新的反馈算法

(1) 特征库的修改

基本反馈算法对特征分量权重所做的修改, 虽然相当于特征空间的一种非线性变换, 但并没有改变特征库中的特征向量, 因此在下一次查询请求中无法利用这次查询的结果。为克服此问题, 本文对反馈算法的第一个改进是: 在修改目标特征向量的同时, 将相似的反馈图像的特征向量向目标特征向量移动, 位移量由一个收缩因子 c 来控制, 如式(6)所示。

$$P_{k+1} = P_k + c(Q_{k+1} - P_k) \quad (6)$$

式中, P_k 、 P_{k+1} 表示相似图像在更新前后的特征向量; Q_{k+1} 表示已更新的查询向量。

通过式(6), 使相似图像的特征向量更加集中。

在实际检索系统中, 为减少用户操作的复杂程度, 用户的反馈标注往往选用较简单的方式, 即, 对每一个检索到的图像只标注正确或错误, 因此式(3)中 π_n 的取值为 1 或 0。所以, 在对目标特征向量修改时, 只有正确的图像发挥作用, 而那些错误图像的反馈信息被抛弃。

针对此问题, 本文的另一个改进是: 将那些负反馈图像(即错误检索到的图像)的特征向量沿着远离目标特征向量的方向做适当的移动。与正反馈图像类似, 选用一个扩散因子来控制推移的距离, 如式(7)所示。

$$N_{k+1} = N_k + s(N_k - Q_{k+1}) \quad (7)$$

式中, N_k 、 N_{k+1} 表示更新前后负反馈图像的特征向量。

图 2 给出了这种拉近和推远的修改过程。

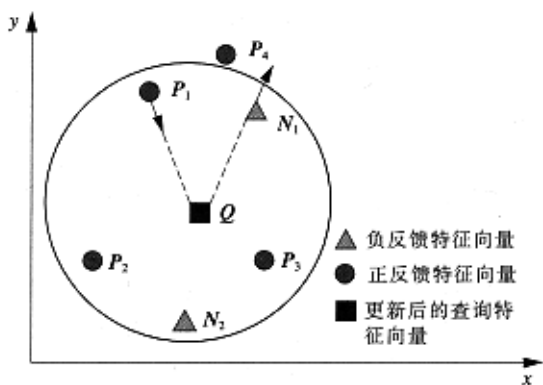
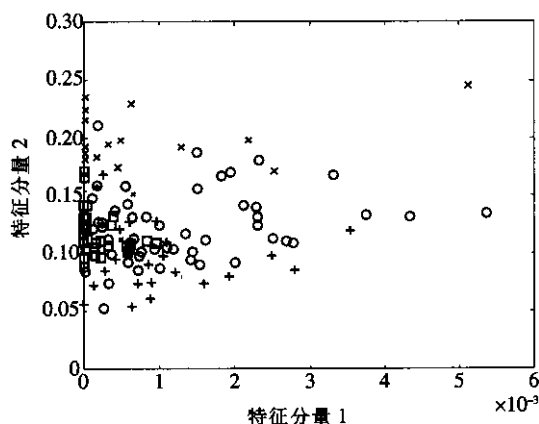


图 2 特征库修改示意图(以二维空间为例)

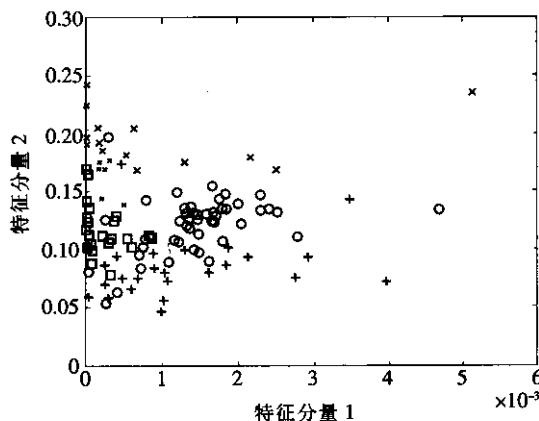
在图 2 中, 正反馈向量 P_1 将向目标向量 Q 移动, 具体移动距离由收缩因子决定; 负反馈向量 N_1 将向远离目标向量 Q 方向移动, 具体移动距离由扩张因子决定。可以预见, 当对 N_1 进行外推移动之后, 原本在检索范围之外的正例样本 P_4 将有很大机会在下次检索中进入检索范围。实验证明, 这种修改在提高检索准确率的同时明显减少了系统的反馈次数。

图 3 是本系统对实际图像样本上所做的测试结果。测试时使用的图像特征是一个 74 维向量, 为作图简单, 仅从这 74 维特征中随机抽取 2 维作为代表。测试图像库由已作好标注的 4 类共 200 幅图像构成。

图 3(a) 是图像库中原始特征的分布情况, 可以发现, 低层特征已经将库中的四类图像粗分为四类, 但分类效果并不理想。这是因为标注完全是一种语义标注, 反映的是图像的语义特性, 而低层特征反映的是图



(a) 原始特征库中的特征分布情况



(b) 经过修改的特征库中的特征分布情况

图 3 改进算法对特征库的修改影响

像的某种物理特性, 这两种特征之间的联系与差距自然会引发上面的分类结果。图 3(b) 是将图像库中每类图像中的 5 个随机样例作为检索请求进行反馈检索后, 修改后的图像特征库的特征分布情况。从图中可以明显看出, 四个分类较原始特征库而言, 类内特征更加聚集, 类间特征的分隔也更加明显。

在对特征库进行修改时, 为防止正反馈图像的特征收缩于一个极小的范围, 而不利下一个用户的反馈修改, 本系统作如下限制: 当正反馈图像的个数在反馈过程中不发生改变时, 系统不再对正反馈图像特征进行收缩修改, 而只对负反馈图像特征进行扩散修改。目的是为了保证在随后反馈中, 那些尚未进入检索范围的相似图像特征有进入此范围的可能。而在基本反馈算法中, 如果出现上面情况, 系统的权重矩阵往往无法更新, 从而导致系统反馈停滞不前。

关于修改特征库的变化趋势, 可以从以下两种极限情况分析。如果低层特征与人的视觉感知是完全一致的, 那么, 修改特征库仍将保持原始特征库的构成。如果低层特征与人的视觉感知很不一致, 那么, 修改特征库中的特征将按照用户反馈的信息来分布, 低层特

征最终将被抛弃,从而使语义相似的图像特征在特征空间中聚集在一起。而在实际情况下,由于低层特征一般能够部分反映语义层内容,所以修改特征库将会成为上述两种情况的中间产物:构建在低层特征基础之上的语义特征库。

(2) 双库机制的引入

如果能将以上修改信息保存下来,无疑将会提高系统在以后检索中的性能。但是,当修改了图像特征库之后,库中图像的特征向量已经与最初的图像特征不同了。修改后的特征向量不再是简单的低层特征,而是一个综合了低层特征与语义层特征的新的图像特征描述。因此在下一次检索请求中,由于检索实例的特征向量仍然只是由计算机直接计算的低层特征,所以很可能无法在此修改库中找到本应与之匹配的特征向量,从而在系统的第一次返回图像中没有相关图像,这就使得后面的反馈机制难以实现。为了解决此问题,本文建立两个特征索引库,即一个原始特征库和一个修改特征库。这两个库最初是相同的,系统对特征库所做的修改仅限于修改特征库。由于这两个特征库

最初是同一个库,所以它们之间存在精确的一一对应关系。在这种机制下,系统在用户提出检索请求之后的第一次检索计算时使用原始特征库,然后将得到的特征向量映射到修改特征库中,从而在以后的反馈检索中使用修改特征库,比较有效地解决了上面的问题。

2 实验与性能评价

实验一

为了验证本文算法的检索效果,在一个含有 10 000 幅 128×85 或 128×128 的通用图像库上进行了测试。该图像库包含纹理图像和普通彩色图像。图 4 是 MARS 的基本反馈算法^[1]和改进算法的检索实例。对图 4 中的两个查询实例:汽车和帆船,用基本反馈算法反馈一次的检索结果 (b) 和 (f) 不尽如人意,而用改进算法反馈一次以后的检索结果 (c) 和 (g) 明显优于前者;经过两次反馈之后的结果 ((d) 和 (h)) 已令人满意,所检回的图像几乎全部与查询实例相关。不难看出,修改算法的检索性能有了很大提高。



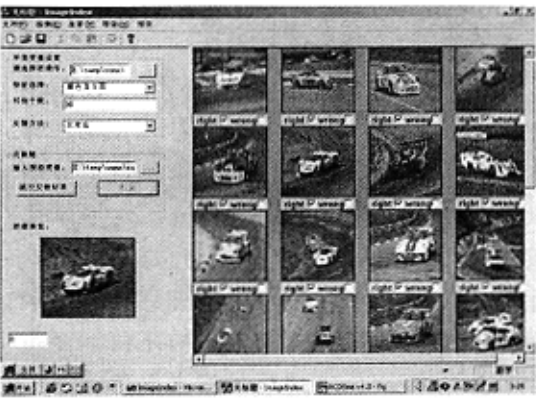
(a)查询实例“汽车”的首次检回图像



(b)应用基本反馈算法反馈一次的检回图像



(c)本文改进算法反馈一次的检回图像



(d)本文改进算法反馈两次的检回图像

图 4 基本改进算法与本文改进算法的检索性能比较



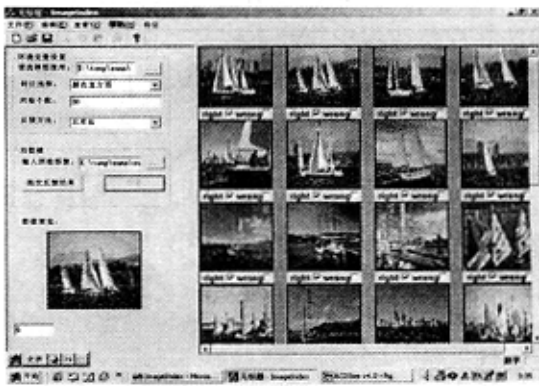
(e)对查询实例“帆船”的首次检回图像



(f)应用基本反馈算法反馈一次的检回图像



(g)本文改进算法反馈一次的检回图像



(h)本文改进算法反馈两次的检回图像

续图 4 基本改进算法与本文改进算法的检索性能比较

实验二

为了更精确地研究此算法的性能,并与基本反馈算法做比较,本文选用了—个包含有 1 200 幅图像的图像库来做测试。此库中—共包含有 11 个类别,它们分别是 200 幅纹理图像和其它每类 100 幅的 10 类普通彩色图像。采用检索准确率(其定义如式(8))来衡量其性能。

$$\text{准确率} = \frac{\text{相关图像个数}}{\text{检回图像个数}} \quad (8)$$

图 5 是对基本反馈算法、改进的反馈算法和利用了前次反馈信息的改进算法所做的测试。测试中三种算法选用的原始特征库是相同的,都是由颜色直方图和多分辨率颜色纹理特征组成的综合特征向量所构成,检索返回图像数为 30 个。由图 5 可以看出,基本反馈算法由于自身的缺点,在检索中准确率始终徘徊在第一次检索时的准确率附近,甚至略有下降。经过修改的反馈算法,在 5 次反馈之后检索准确率就已经达到 80% 以上,最后在第 9 次反馈之后,检索准确率已接近 90%。而利用了更新特征库的改进算法,在检索中效率非常高,一般在第一次到第二次反馈之后,系统检索准确率已升至 95% 以上。

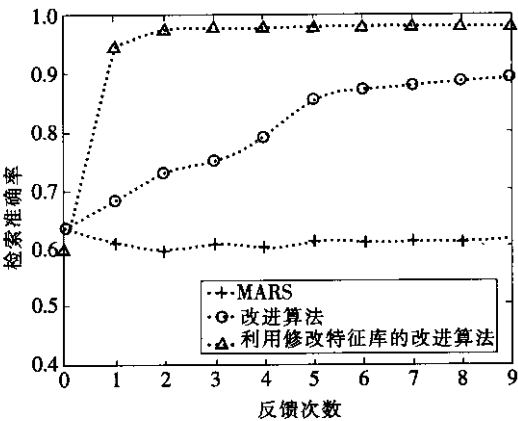


图 5 基本反馈算法、改进反馈算法及利用修改特征库的改进算法之间的检索性能比较

实验三

为了测试算法对不同特征库的适应性,本文对测试图像库分别建立了四个特征库:64 维颜色直方图、颜色相关向量、颜色直方图与小波纹理特征综合向量、颜色直方图与多分辨率颜色纹理特征综合向量,如表 1 的 1~4 行所示。表 1 给出了各种反馈情况下的检索准确率结果。可以看出,对这 4 种不同的特征库,尽

管首次检索准确率不尽相同,但经过三次反馈之后,系统检索准确率都能够提高 0.2 左右。这就充分说明修改算法对于不同的特征具有普遍的适应性。表中的最后一行是事先从图像库的每类图像中取出一例作为检索实例,然后用改进的反馈算法进行反馈检索实验,并将修改特征库保存起来,再向系统提出与上次不同的检索实例请求,所做的检索准确率统计。结果表明,利用前次反馈信息的改进算法可以使系统的检索准确率在经过两次左右的反馈之后达到令人满意的效果。

表 1 改进算法对不同特征库的适用性测试(准确率)

	无反馈	一次反馈	二次反馈	三次反馈
颜色直方图	0.565	0.647	0.720	0.758
颜色直方图和纹理 1	0.618	0.712	0.789	0.836
颜色直方图和纹理 2	0.623	0.755	0.797	0.836
颜色相关向量	0.430	0.489	0.533	0.571
颜色直方图和纹理 1 (特征库经过训练)	0.618	0.828	0.918	0.942

注:纹理 1 是多分辨率颜色纹理特征,纹理 2 是小波纹理特征。

试验四

为了测试改进算法对各类图像的检索性能,本文对库中的每一类图像进行了测试,结果如表 2 所示。

表 2 改进算法对不同类图像的检索性能测试(准确率)

	无反馈	一次反馈	二次反馈	三次反馈
非洲人与乡村	0.667	0.850	0.900	0.983
海湾沙滩	0.600	0.483	0.550	0.600
古建筑	0.333	0.367	0.567	0.683
公交车	0.467	0.767	0.883	0.967
恐龙	0.967	1.000	——	——
大象	0.383	0.600	0.667	0.700
花	0.833	0.867	0.883	0.917
马	0.950	0.983	1.000	——
山与冰川	0.400	0.517	0.567	0.583
食物	0.567	0.683	0.883	0.900
纹理图像	0.633	0.716	0.783	0.867

注:“——”表示前次反馈已经达到 100% 的准确率。

从表中可以看出,对于非洲人、公交车、花等图像类,算法有很好的适应性,这些图像中大多含有单一而且明确的语义内容,其低层特征与语义层内容有着比较好的对应关系;而对于海湾沙滩、大山冰川等图像类,算法对检索性能的提高不是很明显,在这些图像类中,往往没有一个明确的前景语义内容,模糊的语义概念造成低层特征与语义层内容之间的差距较大,从而

万方数据

使检索算法无法起到明显的作用。但是,当系统将用户反馈的信息逐渐积累并保存起来之后,这些图像类的特征将随着用户反馈的语义信息的逐渐嵌入而在特征空间中逐渐聚在一起,从而使系统的检索性能有所提高。

3 结论

提出了一种多分辨率的颜色纹理特征描述方法,同时对一种经典的相关反馈算法进行了改进。改进算法在修改特征向量和特征分量权重的同时,通过拉近和推远正负反馈图像的特征,将用户对系统的反馈信息嵌入到系统中。通过更新特征库,使以后的检索请求可以充分利用此信息。实验测试证实了该算法的高效性。

参考文献:

[1] Rui Y, Huang T S. Content-based image retrieval with relevance feedback in MARS [A]. In: Proceedings of IEEE international conference on image processing [C]. 1997. 815—818.

[2] Faloutsos C, Barber R. Efficient and effective querying by image content [J]. Journal of intelligent information systems, 1994, 3(3-4): 231—262.

[3] Pentland A, Picard R W. Photobook: Tools for content-based manipulation of image databases [A]. In: SPIE storage and retrieval image and video databases II [C]. San Jose, 1994, 2185:34—47.

[4] Carson C, Thomas M. Blobworld: A system for region-based image indexing and retrieval. <http://db.cs.berkeley.edu/papers/visual99-blobworld.ps>. g.

[5] Wang J Z, Li J. SIMPLiCity: Semantics-sensitive integrated matching for picture libraries [J]. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, 2001, 23(9): 947—963.

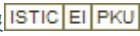
[6] Zhang H J, Liu W, Hui C. iFind-A system for semantics and feature based image retrieval over internet [A]. In: Proceedings of the eighth ACM international conference on Multimedia [C]. Los Angeles: ACM Press, 2000. 477—478.

[7] Swain M J, Ballard D H. Color indexing [J]. International journal of computer vision, 1991, 7 (1):11—32.

[8] Pass G, Zabih R, Miller J. Comparing images using color coherence vectors [A]. In: Proceeding of ACM multimedia [C]. Boston: ACM Press, 1996. 65—73.

(责任编辑 姚家兴)

一种特征库可更新的相关反馈图像检索方法

作者: 苏宏江, 赵耀, 邢强
作者单位: 北京交通大学, 信息科学研究所, 北京, 100044
刊名: 铁道学报 
英文刊名: JOURNAL OF THE CHINA RAILWAY SOCIETY
年, 卷(期): 2004, 26(6)

参考文献(8条)

1. Rui Y;Huang T S Content-based image retrieval with relevance feedback in MARS . In 1997
2. Faloutsos C;Barber R Efficient and effective querying by image content 1994(3-4)
3. Pentland A;Picard R W Photobook: Tools for content-based manipulation of image databases 1994
4. Carson C;Thomas M Blobworld: A system for region-based image indexing and retrieval
5. Wang J Z;Li J SIMPLIcity: Semantics-sensitive integrated matching for picture libraries 2001(09)
6. Zhang H J;Liu W;Hui C iFind-A system for semantics and feature based image retrieval over internet . In 2000
7. Swain M J;Ballard D H Color indexing 1991(01)
8. Pass G;Zabih R;Miller J Comparing images using color coherence vectors 1996

本文读者也读过(9条)

1. 于昂 基于Unigraphics的拉伸模标准件库和特征库的研究[学位论文]2005
2. 段雪涛 基于库函数调用的入侵检测技术研究[学位论文]2006
3. 葛洪芳. 吕书波. 葛洪慧. 茹庆云. 王万森. GE Hong-fang. L(U) Shu-bo. GE Hong-hui. RU Qing-yun. WANG Wan-sen 一种实现远程心电监护特征库的方法[期刊论文]-计算机工程与设计2007, 28(1)
4. 付玉冰 典型集理论在入侵检测中的应用[学位论文]2008
5. 陈海涛 基于多代理的入侵检测系统的实现技术研究[学位论文]2002
6. 李韦韦 多层特征分配网络入侵检测系统[学位论文]2007
7. 张敏. 杨武年. 黄瑾. 刘汉湖. 胡宝荣. 胡国超. ZHANG Min. YANG Wu-nian. HUANG Jin. LIU Han-hu. HU Bao-rong. HU Guo-chao 汶川地震区航空影像地质灾害自动识别技术[期刊论文]-地理与地理信息科学2008, 24(6)
8. 孙立鏖. 王战波. 张辉. SUN Li-juan. WANG Zhan-bo. ZHANG Hui 用户自定义特征库分类模型研究[期刊论文]-计算机应用研究2010, 27(8)
9. 冯骁. 叶海建 协议特征库动态更新方法的研究[期刊论文]-网络安全技术与应用2008(7)

本文链接: http://d.wanfangdata.com.cn/Periodical_tdx200406008.aspx