

基于感知颜色特征、子图像分割和 多重 Bitmap 的彩色图像检索方法

邹彬, 潘志斌, 乔瑞萍, 禹贵辉, 姜彦民
(西安交通大学 电子与信息工程学院, 陕西 西安 710049)

摘要: 在文献[1]的基础上提出改进, 采用能够更准确描述感知颜色联系的 HSV 颜色空间代替传统的 RGB 颜色空间; 对图像进行空间子图像划分, 结合颜色特征与空间信息进行检索; 通过提取图像颜色的上均值、下均值, 获取多重 Bitmap 特征, 扩展比较图像内容差异时所利用的信息范围. 实验结果表明, 提出的算法比文献[1]算法的检索性能有明显的改进.

关键词: 图像检索; 颜色分布特征; Bitmap 特征; 上均值; 下均值

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)05-0004-07

Color Image Retrieval Method Based on Perceptual Color Features, Sub-image Partition and Multi-level Bitmap Features

ZOU Bin, PAN Zhi-bin, QIAO Rui-ping, YU Gui-hui, JIANG Yan-min

(School of Electronic and Information Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China)

Abstract: Reference[1] proposed a new method based on color features and image bitmap. In this paper, three improvements are proposed as follows: To adopt HSV color space which is more perceptually relevant than RGB color space; To partition an image into equal-sized sub-images to model the color spatial information; By the extraction of Upper Mean color and Lower Mean color, multi-level bitmaps are obtained, which extend the use of comparative information for image differences. In the best case, the performance is improved by an average of 12.16% compared to the original algorithm.

Key words: image retrieval; color distribution; image bitmap; upper mean; lower mean

1 引言

随着多媒体技术及 Internet 的迅速发展, 图像信息的检索已经成为迫切需要解决的问题, 而传统的文本检索技术由于费时费力, 人眼主观认识不同等因素, 越来越不能适应大规模图像集的发展要求. 因此, 研究人员相继提出了各种基于内容的图像检索方法, 使用颜色、纹理、形状及区域等视觉特征来表征图像的内容^[2-3].

在众多的视觉特征中, 颜色是描述图像内容最直接的视觉特征, 但是对于大型数据库中的图像而

言, 提取单一的颜色特征进行图像相似度测量, 往往是不充分的. 为此, 已经有许多研究工作者提出了各种基于颜色的图像检索技术: Swain^[4]等首先提出使用颜色直方图作为图像内容的索引特征, 即首先将颜色空间划分成若干固定的子空间, 然后对每幅图像的各个子空间统计其颜色直方图特征, 同时融入了空间信息; 此外, 由于颜色分布信息主要集中在低阶矩中, Stricker^[5]等提出采用颜色的一阶矩(mean)、二阶矩(variance)、三阶矩(skewness)来表征图像内容的方法, 这些相关工作在如何有效提取图像颜色的分布特征方面, 取得了积极有效的成果.

收稿日期: 2010-06-13; 修回日期: 2010-09-01

基金项目: 国家自然科学基金项目(60672054); 陕西省科学技术攻关项目(2008K04-01); 德州仪器创新基金(2009W1201)

为了进一步提高检索精度,Chan 和 Liu^[6]等人提出了一种基于图像像素螺旋边缘颜色差异的方法,结合图像的颜色分布特征和相邻像素的颜色差异进行检索;其中,与图像颜色的全局分布特征相比,相邻像素的颜色差异可看作颜色局部特征,形成对全局特征的重要补充,完善了对图像内容的描述。

文献[1]则提出了以 Bitmap 作为图像颜色的局部特征的尝试,以增强颜色分布特征对图像内容的描述能力.实验结果证明,文献[1]中的方法比单纯提取颜色直方图、统计矩等分布特征的方法更有效;但是其工作并没有考虑到颜色与人眼视觉感知特性之间的联系,颜色空间信息的融合,及特征提取的细致性等问题,因此文中尝试从这些方面对文献[1]进行进一步的改进。

2 基于颜色特征和 Bitmap 的图像检索方法

基于颜色特征和 Bitmap 的图像检索技术^[1]以颜色分布特征作为图像的全局特征,同时以 Bitmap 作为图像局部特征,对两者进行有机融合,以达到提高基于内容图像检索性能的目的.其中,颜色分布特征通过计算图像各个颜色通道的均值和标准差而得到;Bitmap 的生成则源于块截断算法(BTC)^[7],它首先对图像进行子块划分并计算其均值,若块均值大于或等于图像全局均值,则该块设为“1”,否则,设为“0”,由此得到图像的二值 Bitmap 特征.最后,对归一化后的各个特征进行相似性度量,并取其线性组合进行图像的匹配检索.具体过程如下所述:

2.1 全局颜色分布特征提取

通常,对于一幅大小为 $w \times h$ 的彩色图像 I ,其任意一个像素可以用一个矢量来表达:

$$P_i = (R_i \ G_i \ B_i)^T \quad (1)$$

式中, P_i 是图像第 i 个像素的颜色值, $1 \leq i \leq M$, $M = w \times h$ 为该图的总像素数, R_i 、 G_i 、 B_i 分别代表该像素红、绿、蓝三分量的颜色值.因此,一幅彩色图像的整体均值与标准差定义如下:

$$\mu = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M P_i \quad (2)$$

$$\sigma = \left[\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (P_i - \mu)^2 \right]^{1/2} \quad (3)$$

式中, $\mu = (\mu_R \ \mu_G \ \mu_B)$ 、 $\sigma = (\sigma_R \ \sigma_G \ \sigma_B)$,它们为一幅图像的全局颜色分布特征,其各分量相应代表红、绿、蓝三种颜色分量。

2.2 局部 Bitmap 特征提取

根据块截断编码的思想生成图像的 Bitmap 特

征的基本步骤为:

① 首先将图像分成互不重叠的图像块,记为 $B_j = \{b_1, b_2, \dots, b_k\}$,即第 j 个图像块,其中 $1 \leq j \leq m$, k 代表该图像块中像素的总数, m 代表该图像具有的图像块的总数;

② 计算各个子块的均值,对任意子块 B_j ,其均值 μ_{B_j} 可通过下式计算,即:

$$\mu_{B_j} = \frac{1}{k} \sum_{x=1}^k b_x \quad (4)$$

对 R_i 、 G_i 、 B_i 三分量而言, $\mu_{B_j} = (\mu_{R_{B_j}} \ \mu_{G_{B_j}} \ \mu_{B_{B_j}})$;

③ 通过比较图像块均值和整幅图像的均值来生成图像的 Bitmap 二值位图特征:记图像 Bitmap 为 $T = (TR \ TG \ TB)$,其中各分量分别为 $TR = (TR_1, TR_2, \dots, TR_m)$, $TG = (TG_1, TG_2, \dots, TG_m)$, $TB = (TB_1, TB_2, \dots, TB_m)$,则 TR_j 、 TG_j 、 TB_j 由下式生成:

$$\begin{aligned} TR_j &= \begin{cases} 1, & \text{if } \mu_{R_{B_j}} \geq \mu_R \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \\ TG_j &= \begin{cases} 1, & \text{if } \mu_{G_{B_j}} \geq \mu_G \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \\ TB_j &= \begin{cases} 1, & \text{if } \mu_{B_{B_j}} \geq \mu_B \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \end{aligned} \quad (5)$$

TR 、 TG 、 TB 分别反映了在 R 、 G 、 B 颜色通道下各个图像块的颜色均值相对于整体颜色均值的大小变化,作为对标准差全局特征的补充,反映了颜色分布变化的局部特征。

2.3 综合不同特征进行相似性度量

对于全局特征 μ 和 σ ,文献[1]采用类似欧式距离的方式进行度量;而对于局部 Bitmap 特征,则采用城区距离进行度量.考虑到两个不同特征的物理意义的差异,取值范围的不同,因此,在综合利用两个不同特征时,需对其进行有效地归一化,使其在同一尺度范围内进行比较才有意义。

对于一幅图像的全局特征,文献[1]利用高斯归一化,使均值与标准差被归一化为

$$\mu' = \frac{\mu - \alpha}{\gamma} \quad (6)$$

$$\sigma' = \frac{\sigma - \beta}{\tau} \quad (7)$$

式中, $\alpha = \frac{1}{N} \sum_{y=1}^N \mu^y$, $\gamma = \left[\frac{1}{N} \sum_{y=1}^N (\mu^y - \alpha)^2 \right]^{1/2}$, N 代表图像库中所有图像的数目, μ^y 代表第 Y 幅图像的

均值;同理, $\beta = \frac{1}{N} \sum_{y=1}^N \sigma^y$, $\tau = \left[\frac{1}{N} \sum_{y=1}^N (\sigma^y - \beta)^2 \right]^{1/2}$, σ^y 代表第 Y 幅图像的标准差。

对任意两幅图像 A 和 B , 其颜色全局特征之间的相似距离度量如下:

$$dE(A, B) =$$

$$\sqrt{\sum_{z \in \{R, G, B\}} (\mu_z^A - \mu_z^B)^2 + \sum_{z \in \{R, G, B\}} (\sigma_z^A - \sigma_z^B)^2} \quad (8)$$

式中, μ_z^A 代表图像 A 在 z 颜色空间中归一化的均值, σ_z^A 代表图像 A 在 z 颜色空间中归一化的标准差。

同理, 其局部 Bitmap 特征之间的相似距离用城区距离度量如下:

$$H(T^A, T^B) = \sum_{x=1}^m |TR_x^A - TR_x^B| + \sum_{x=1}^m |TG_x^A - TG_x^B| + \sum_{x=1}^m |TB_x^A - TB_x^B| \quad (9)$$

式中, TR_x^A 为图像 A 的 Bitmap TR 的第 x 个分量。

综合以上两种距离, 最终的图像 A 和 B 之间的相似度量定义为

$$d(A, B) = \frac{H(T^A, T^B)}{3m} + dE(A, B) \quad (10)$$

距离 $d(A, B)$ 越小, 两幅图像内容之间的相似度越高。

3 改进算法

3.1 采用感知颜色空间

文献[1]中特征提取均在 RGB 颜色空间进行, 虽然 RGB 表示比较直接, 但是 R、G、B 数值和色彩的 3 个基本视觉特性(亮度、色调、饱和度)没有直接的联系, 不能揭示色彩之间的关系。同 RGB 颜色空间相比, HSV 颜色空间具备自然性, 而且具有相当的视觉一致性, 能够描述比 RGB 更准确的感知颜色联系^[8], 所以对文献[1]方法改用 HSV 颜色空间, 可使提取的颜色特征更能表征图像内容, 达到提高检索效果的目的。在 HSV 颜色空间中, 式(1)变为

$$P_i = (H_i \ S_i \ V_i)^T \quad (11)$$

相应的, 式(8)、(9) 转换为

$$dE(A, B) =$$

$$\sqrt{\sum_{z \in \{H, S, V\}} (\mu_z^A - \mu_z^B)^2 + \sum_{z \in \{H, S, V\}} (\sigma_z^A - \sigma_z^B)^2} \quad (12)$$

$$H(T^A, T^B) = \sum_{x=1}^m |TH_x^A - TH_x^B| + \sum_{x=1}^m |TS_x^A -$$

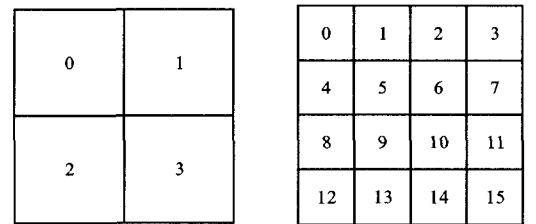
$$TS_x^B| + \sum_{x=1}^m |TV_x^A - TV_x^B| \quad (13)$$

采用 HSV 颜色空间后, 虽然特征提取方法没有变化, 但是此时图像间的相似距离度量与人眼对图像间的认知差异更趋于一致性; 因此, 在图像库中进行检索时, 与检索图像内容相似的图像会在排序中更靠前, 从而提高检索精度。

3.2 对图像进行空间子图像划分

文献[1]的方法虽然提取了整幅图像颜色的全局分布特征和局部 Bitmap 特征, 但是, 这两个特征都没有考虑和有效利用颜色组成之间的空间关系。事实上, 文献[1]中 Bitmap 的提取过程是以整体颜色均值作为比较判断的阈值而生成的, 其所谓局部特征的性质, 则正是通过反映各个图像块的颜色均值相对于整体颜色均值的大小变化, 而得以表征; 所以, 如果能选择一个更合适的 Bitmap 生成阈值, 则有利于更准确地反映出图像块颜色值的局部相对变化情况。当文献[1]方法采用整体颜色均值作为生成 Bitmap 的阈值时, 通常由于一幅图像全部像素的颜色值分布广泛, 从而使其整体均值难以有效地承担作为一个局部基准比较平台的阈值作用; 已有实验结果表明, 具有相似内容的图像常常具有相似的颜色空间分布, 分布在同一空间区域中的像素也往往具有近似的颜色值^[4-5], 因此, 考虑到颜色分布的空间信息, 针对一幅图像的不同区域, 分别提取其颜色均值作为该区域内图像块的判断阈值, 则其生成的 Bitmap 将更具有精确性。

基于这种考虑, 我们采用图 1 所示的两种子图像划分方法, 来代表具有普遍适应性的区域划分法, 然后为每个子图像提取相应的子图像颜色全局特征和子图像局部 Bitmap 特征, 以便更好地将颜色特征与颜色分布的空间信息相结合来进行检索。



(a) 子图像2×2划分法

(b) 子图像4×4划分法

图 1 子图像划分及编号示意图

假设按图示方法进行图像划分后, 生成 2×2 或 4×4 个子图像, 然后对应其 2×2 或 4×4 个均值, 分别生成各个子图像的 Bitmap; 与以一个整体均值为阈值而生成 Bitmap 的方法相比, 此时的 Bitmap 则以各个子图像所对应空间区域的多个均值为阈值而生成, 基于空间区域的划分的阈值从一到多的扩

展,为 Bitmap 的生成提供了更合理的基准比较平台,从而提高了 Bitmap 特征的空间表达精度。

最后,由式(10)~(13)可得对图像进行子图像划分后的相似性度量:

$$D(A,B) = \sum_{i=1}^n d_i(A,B) \quad (14)$$

式中, $d_i(A,B)$ 代表图像 A 和 B 编号为 i 的对应子图像之间的相似距离, n 代表对图像进行划分后的子图像总数。

3.3 提取多重 Bitmap

在任意颜色空间中,假设 A、B 均为具有视觉目标和背景的图像,其某一颜色分量具有如图 2 所示的不同强度分布: A 图像的背景较复杂,目标相对不明显,因此强度分布曲线比较平坦,其均值位于如图所示 MeanA 处;而 B 图像具有较理想的背景,目标相对明显,所以强度分布曲线具有相对突出的峰值,其均值位于如图 2 所示的 MeanB 处,且 $\text{MeanA} > \text{MeanB}$ 。

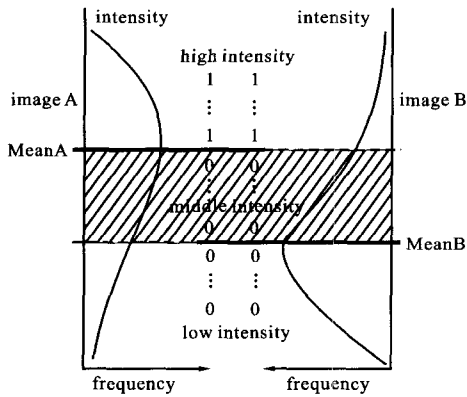


图2 基于 Bitmap 的图像内容差异比较示意图

按照文献[1]中 Bitmap 特征的提取方法,图像 A 中的各个图像块的颜色均值以整体颜色均值 MeanA 做阈值,大于 MeanA,则该块被赋值为“1”,否则,赋值为“0”;图像 B 则以均值 MeanB 做阈值,按相同方法生成其 Bitmap 特征,生成关系如图 2 标注所示。根据城区距离的定义,对于 A、B 两幅图像的对应图像块来讲,取值相同则度量结果为 0,取值不同则度量结果为 1;因此, A、B 两幅图像中颜色均值大于 MeanB,且小于 MeanA 的图像块之间(即颜色值分布于图示阴影区域内的图像块,并定义该区间为相对的中亮度区)的度量距离必定为 1,而两幅图像中颜色均值小于 MeanB,或大于 MeanA 的图像块之间(即颜色值分布于图示非阴影区域内的图像块,并分别按图示定义出相对的低亮度区、高亮

度区)的度量距离则必定为 0。

由以上分析可知, Bitmap 间的城区距离仅仅度量出了两幅图像在图示中间亮度区(由两幅图像均值所界定)的差异,而同样具有明显强度分布差异的高亮度区、低亮度区却根本未加以考虑,当 MeanA 和 MeanB 比较接近时,只能利用 A 图像和 B 图像中很少一部分信息,这必然会明显影响检索的性能。虽然,高亮度区、低亮度区的颜色强度通常具有相对较小的概率分布,但是,由于整体均值在统计计算时的趋中性,使得这两部分区域分布地相对广泛;同时,人眼一般对高强度的颜色值具有敏感性,而对于一些在光照不足的环境下拍摄的照片,低强度的颜色值就成为了能否区分图像内容的关键,所以,这两部分没有被利用到的区域蕴含着大量的视觉信息。因此,从这一点出发,我们采用生成图像颜色的上均值、下均值的方法^[9-10],用以分别另外提取图像相对高亮度区、低亮度区的颜色分布特征和 Bitmap 特征,借此扩展比较图像内容差异时所利用的信息范围,从而提高检索性能。

设图像 I 的第 i 个像素 P_i 位于空间坐标 (u,v) 处,则可将像素 P_i 重新表达:

$$P_z(u,v) = (P_H(u,v) \ P_S(u,v) \ P_V(u,v))^T \quad (15)$$

式中, $P_z(u,v)$ 代表位于图像空间坐标 (u,v) 处的像素在 z 颜色空间的各个分量, $z \in \{H, S, V\}$, $1 \leq u \leq w$, $1 \leq v \leq h$ 。以式(2)所得的整体颜色均值 $\mu = (\mu_R \ \mu_G \ \mu_B)$ 为阈值,则整幅图像的像素相对于全局均值的位图分布为

$$BM_z(u,v) = \begin{cases} 1, & \text{if } P_z(u,v) \geq \mu \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (16)$$

由此可得图像上均值 $\mu U = (\mu U_H \ \mu U_S \ \mu U_V)$, 下均值 $\mu L = (\mu L_H \ \mu L_S \ \mu L_V)$, 及上标准差 $\sigma U = (\sigma U_H \ \sigma U_S \ \sigma U_V)$, 下标准差 $\sigma L = (\sigma L_H \ \sigma L_S \ \sigma L_V)$ 如下:

$$\mu U_z = \frac{1}{\sum_{u=1}^w \sum_{v=1}^h BM_z(u,v)} \quad (17)$$

$$\mu L_z = \frac{1}{w \times h - \sum_{u=1}^w \sum_{v=1}^h BM_z(u,v)} \quad (18)$$

$$\sigma U_z = \frac{1}{\sum_{u=1}^w \sum_{v=1}^h BM_z(u,v) - 1} \left\{ \sum_{\substack{1 \leq u \leq w, 1 \leq v \leq h \\ BM_z(u,v)=1}} [P_z(u,v) - \mu U_z]^2 \right\}^{1/2} \quad (19)$$

$$\sigma L_z = \frac{1}{w \times h - \sum_{u=1}^w \sum_{v=1}^h BM_z(u,v) - 1} \left\{ \sum_{\substack{1 \leq u \leq w, 1 \leq v \leq h \\ BM_z(u,v)=0}} [P_z(u,v) - \mu L_z]^2 \right\}^{1/2} \quad (20)$$

则以上均值、下均值为阈值生成的 Bitmap 特征 $TU = (TUH \ TUU \ TUV)$ 和 $TL = (TLH \ TLS \ TLV)$, 由式(5) 得到

$$TUZ_j = \begin{cases} 1, & \text{if } \mu Z_{B_j} \geq \mu U_z \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (21)$$

$$TLZ_j = \begin{cases} 1, & \text{if } \mu Z_{B_j} \geq \mu L_z \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (22)$$

式中, TUZ_j 代表在 Z 颜色空间中由上均值生成的 Bitmap 特征的第 j 个分量, $1 \leq j \leq m$, m 代表该图像具有的图像块的总数, $Z \in \{H, S, V\}$.

此时, 局部 Bitmap 特征之间的相似距离变为

$$H(T^A, T^B) = \sum_{\substack{1 \leq r \leq m \\ z \in \{H, S, V\}}} |TZ_x^A - TZ_x^B| + \sum_{\substack{1 \leq r \leq m \\ z \in \{H, S, V\}}} |TUZ_x^A - TUZ_x^B| + \sum_{\substack{1 \leq r \leq m \\ z \in \{H, S, V\}}} |TLZ_x^A - TLZ_x^B| \quad (23)$$

颜色全局特征之间的相似距离则度量如下:

$$dE(A, B) = \sqrt{\sum_{z \in \{H, S, V\}} (\mu_z'^A - \mu_z'^B)^2 + \sum_{z \in \{H, S, V\}} (\sigma_z'^A - \sigma_z'^B)^2} \quad (24)$$

$$dU(A, B) = \sqrt{\sum_{z \in \{H, S, V\}} (\mu U_z'^A - \mu U_z'^B)^2 + \sum_{z \in \{H, S, V\}} (\sigma U_z'^A - \sigma U_z'^B)^2} \quad (25)$$

$$dL(A, B) = \sqrt{\sum_{z \in \{H, S, V\}} (\mu L_z'^A - \mu L_z'^B)^2 + \sum_{z \in \{H, S, V\}} (\sigma L_z'^A - \sigma L_z'^B)^2} \quad (26)$$

$$d(A, B) = dE(A, B) + dU(A, B) + dL(A, B) \quad (27)$$

式中, $\mu_z'^A$, $\mu U_z'^A$ 和 $\mu L_z'^A$ 分别代表图像 A 在 z 颜色空间中归一化的整体均值、上均值和下均值, $\sigma_z'^A$, $\sigma U_z'^A$ 和 $\sigma L_z'^A$ 分别代表图像 A 在 z 颜色空间中归一化的整体标准差、上标准差和下标准差, 归一化方法均为高斯法。

因此, 由式(23)(27) 可得最终的相似距离度量

$$D(A, B) = \frac{H(T^A, T^B)}{3m} + d(A, B) \quad (28)$$

此时, 相似距离度量公式中的最大变化, 便在于式(23)、(27)中相对于式(12)、(13)的增加项, 它们分别对从图 2 所示的图像相对高亮度区、低亮度区中提取出的颜色分布特征和 Bitmap 特征进行相似距离度量, 从而在图像颜色的幅度分布上, 补充了分布于两幅图像整体均值之间区域以外的分布区域的图像内容差异信息, 提高了提取特征的幅度精度。

4 实验结果

使用包括 10 类图像(每类包含 100 幅同类图像)的 Corel 图像库进行测试, 对于不同类型的图像, 合适的图像块大小, 将会不同。一般来讲, 图像块划分的越小, 提取的局部特征也愈细; 但是分得过细, 将损失掉像素间的部分空间信息, 极端情况下如果退化到每个图像块为单像素点的情况, 即失去了提取 Bitmap 特征的意义。通过对图像库中全部图像的测试, 经过折中的考虑, 我们发现取图像块的像素总数为 24, 是一个具有良好效果并且处理方便的选择方案。

因此, 针对图像库中 256×384 、 384×256 两种尺寸大小不同的图像, 试验中分别采用 4×6 、 6×4 的图像块划分方法, 使每个图像块的像素总数 $k = 24$, 图像块的总数 $m = 64 \times 64$ 。同时, 采用“查准率”进行检索性能的比较, 其定义为

$$P = \frac{C_r}{N_{RT}} \quad (29)$$

式中, C_r 为检索结果中与查询图像相似的图像个数; N_{RT} 为检索返回的图像个数。

4.1 采用感知颜色空间的实验结果

图 3 给出了在采用感知颜色空间后, 对 10 类图像检索的平均查准率的提高。

从实验结果可以看出, 在采用 HSV 颜色空间后, 由于图像间相似距离的度量更符合人眼对图像间差异的主观认知, 所以检索性能提高较大, 平均提高幅度为 4.51%。

4.2 对图像进行空间子图像划分的实验结果

在 HSV 颜色空间, 对图像划分子图像后进行实验, 得到的结果如图 4 所示。

由实验结果分析可得: 在 HSV 颜色空间中, 与对图像不进行子图像划分时相比, 当对图像进行了

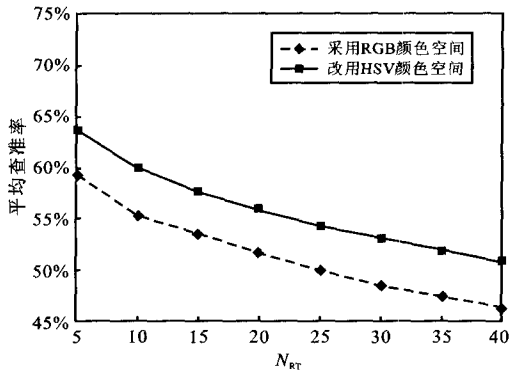


图3 采用感知颜色空间后检索性能的比较

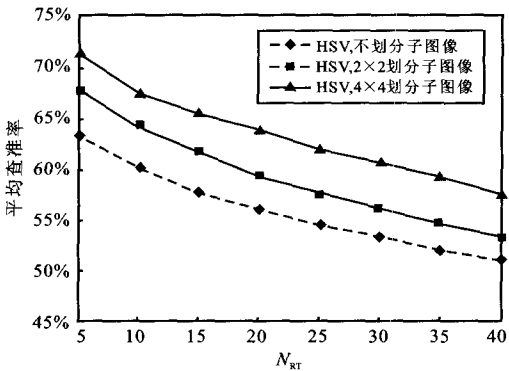


图4 在HSV颜色空间中对图像划分子图像后检索性能的比较

2×2子图像划分后,检索性能平均提高了3.33%,而当对图像进行了4×4子图像划分后,检索性能则平均提高了7.38%。

可见,在HSV颜色空间中,随着子图像划分愈细,得到的Bitmap的多个生成阈值愈合理,因此,生成的Bitmap特征的空间表达精度也越高,从而更有效的利用了颜色分布的空间信息,所以检索性能依次大幅提高。

4.3 提取多重Bitmap的实验结果

在HSV颜色空间中,结合3.2节划分子图像和提取多重Bitmap的方法进行实验,得到的结果如图5所示。

对实验结果进行分析可得:在对图像不进行子图像划分的情况下,图像整体颜色的幅度分布较广,两幅图像整体均值之间的中间亮度区的分布范围相对较窄,而其高亮度区和低亮度区的分布范围相对较宽,却又没有得到充分利用,所以,通过提取多重Bitmap特征,发掘出了高、低幅度范围内较多的图像内容差异信息,检索性能提高幅度最大,平均为3.44%;在对图像进行2×2子图像划分的情况下,子图像的空间分布范围缩小,其包含像素的颜色幅度分布趋于集中,此时,对应子图像均值之间的中间

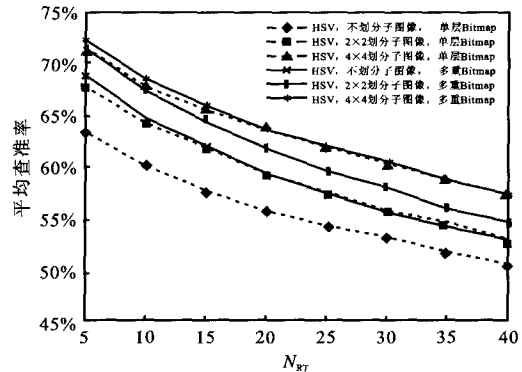


图5 不同子图像划分情况下提取多重bitmap特征后检索性能的比较

亮度区的分布范围相对变宽,而其高亮度区和低亮度区的分布范围相对变窄,所以,通过提取多重Bitmap特征,在高、低幅度范围内发掘出的图像内容差异信息变少,因此,与对图像不进行子图像划分时的情况相比,检索性能的提高幅度有所减小,平均提高幅度为2.39%;在对图像进行4×4子图像划分的情况下,子图像的空间分布范围较小,大部分子图像所包含像素的颜色幅度分布几乎趋于平坦,此时,对应子图像均值之间的中间亮度区的分布范围已几乎占据整个幅度分布空间,所以,在高、低幅度范围内可供发掘的图像内容差异信息已达到瓶颈,因此,检索性能的提高幅度较小,平均为0.27%。

5 结束语

文献[1]提出的基于颜色特征和Bitmap图像检索技术,有效提取并融合了颜色全局分布特征和局部Bitmap特征,取得了良好的检索效果,但是其工作没有考虑到颜色与人眼视觉感知特性之间的联系,颜色与空间信息的融合,以及特征提取的幅度精度等问题。文中采用了能够更准确描述感知颜色联系的HSV颜色空间,对图像进行空间子图像划分,提高了Bitmap特征的空间精度,并提取多重Bitmap,扩展了比较图像内容差异所利用的信息范围。实验结果表明,文中提出的改进算法均具有显著作用,改进效果明显:相对于文献[1]算法的检索效果,结合三种改进思路,在不进行子图像划分的条件下,检索性能平均提高7.95%;在进行2×2子图像划分的条件下,检索性能平均提高10.23%;在进行4×4子图像划分的条件下,检索性能平均提高达12.16%。

参考文献:

[1] Chuen LuTzu, Chen ChangChin. Color image retrieval

- techniques based on color features and image bitmap[J]. Information Processing and Management, 2007, 43(2): 461—472.
- [2] 高燕, 胡学龙, 李玲, 等. 基于小波多尺度分析的综合特征图像检索[J]. 微电子学与计算机, 2010, 27(4): 21—28.
- [3] 宋琳琳, 王相海. 一种基于 HVS 加权颜色特征的图像检索算法[J]. 微电子学与计算机, 2008, 25(6): 60—62.
- [4] Swain M J, Ballard D H. Color indexing[J]. International Journal of Computer Vision, 1991, 7(1): 11—32.
- [5] Stricker M, Dimai A. Spectral covariance and fuzzy regions for image indexing[J]. Machine Vision and Applications, 1997, 10(2): 66—73.
- [6] Chan Y K, Liu Y T. An image retrieval system based on the image feature of color differences on edges in spiral scan order[J]. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2003, 17(8): 1417—1429.
- [7] Chan K W, Chan K L. Optimisation of multi-level block truncation coding[J]. Signal Processing: Image Communication, 2001(16): 445—459.
- [8] Mathias E, Conci A. Comparing the influence of color spaces and metrics in content-based image retrieval [C]// Proceedings of the International Symposium on Computer Graphics, Image Processing and Vision. Rio de Janeiro, Brazil: IEEE, 1998: 371—378.
- [9] Kekre H B, Sudeep D Thepade. Boosting block truncation coding with kekre's LUV color space for image retrieval[J]. International Journal of Electrical, Computer, and Systems Engineering, 2008, 2(3): 172—180.
- [10] Guoping Qiu. Color image indexing using BTC[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2003, 12(1): 93—101.

作者简介:

邹彬男, (1986—), 硕士研究生. 研究方向为图像处理与识别.

(上接第 3 页)

6 结束语

文中提出了一种在分层开发模式下引入数据访问模型的设计方法, 设计了数据访问模型构造器, 该构造器能够自动生成系统开发层的 Model 和 Data Access Layer 层, 解决了以往手工编写该层代码且容易出错的问题, 开发测试过程中减少的代码工作量尤为明显, 为系统的 RAD 开发提供了基础. 相对于其他的开发方法, 该方法加快了程序开发的进度, 节约了程序开发过程中的人力、物力和时间, 且能够快速响应用户的需求. 目前基于数据访问模型和数据访问层构造器的设计方法已由笔者设计实现并应用到宁波物流网设计开发测试中, 取得了良好的效果, 具有较强的实用性.

参考文献:

- [1] iansommerville. 软件工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007: 44—44.
- [2] iansommerville. 软件工程[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007: 44—45.
- [3] 邵维忠, 杨芙清. 面向对象的系统分析[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [4] Cohan Sean, Glazer Hillel. An agile development team's quest for CMMI maturity level 5[C]// Proceedings — 2009 Agile Conference. Chicago, USA: IEEE, 2009 (8): 201—206.
- [5] 王海燕, 周思方. 基于 Web 服务的校园网格异构数据源统一访问接口[J]. 微电子学与计算机, 2009(8): 179—181.
- [6] 林·巴斯, 保罗·克莱门茨, 瑞克·凯兹曼. 软件构架实践[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [7] 李勇, 陈明, 王斌. 基于 Linux 的物探软件快速开发架构模型[J]. 微电子学与计算机, 2009(9): 110—113.

作者简介:

王合闯男, (1975—), 博士研究生. 研究方向为虚拟现实与仿真、软件工程.