

# 一种基于内容的图象检索方法的实现

柳伟 李国辉 曹莉华

(国防科技大学系统工程与数学系,长沙 410073)

**摘要** 现有的许多多媒体数据库系统只提供了基于媒体描述关键字的检索和查询,却忽略了另一个重要的信息来源——媒体的内容。基于内容的图象检索技术一般采用颜色直方图为特征,但是这种方法不能反映空间特性。本文在直方图技术的基础上引入了颜色对方法,将图象的空间特性反映出来,因而能检索具有清晰边界的图象,并且图象的大小变化和旋转以及轻微的光照变化不影响检索结果。实验结果表明这种方法改善了检索效果。

**关键词** 基于内容的检索,颜色对,图象处理

## 1 引言

基于内容的检索是当前多媒体数据库发展的一个重要研究领域。它的基本思想是通过分析媒体语义特征和上下文联系来进行检索。比如用户想找一幅名为“日出”的画,可却记成了“太阳”,结果检索失败。但如果用户画一个红圆圈,基于内容的检索系统将自动找出与之相似的图象。就图象检索而言,图象内容的主要特征是颜色、纹理和形状。由于颜色特征不能捕捉图象中对象的局部特征,因此,我们用颜色对的方法模型化明显的对象边界。如图1所示将2幅图象分成 $3 \times 3$ 个小块,网格中的数值代表该小块的灰度平均值。把图象a中左上角的小块与右下角的小块交换形成图象b。如果用直方图方法,2幅图象是没有区别的。但如用颜色对方法,仅考虑左右相邻小块的距离,2幅图象的颜色对列表分别如图2所示。

1	2	3
4	5	6
7	8	9

9	2	3
4	5	6
7	8	1

图象 a

图象 b

图1 图象分块

Fig. 1 Blocking of an image

距离	颜色对个数
1	6

图象 a

距离	颜色对个数
1	4
7	2

图象 b

图2 2幅图象的颜色对列表

Fig. 2 Color-pair list of two images

这样,目标的空间特征就表现出来了。对于每一幅图象,如果考虑每个小块与周围8个小块的距离,那么目标的平移,旋转将不影响检索结果。而且,采用归一化,放宽颜色对的方法,那么图象目标的缩小、放大,图象上轻微的光照变化,都不会影响检索结果。这些都是用普通的直方图方法无法办到的,它大大提高了检索的成功率。本文介绍了颜色对方法的基本思想和相似性匹配公式并实现了基本颜色对方法和2种扩展的颜色对方法。

## 2 基本颜色对检索方法

在实现颜色对算法时,首先把一幅图象分成 $20 \times 20$ 个小块,每块大约是 $20 \times 20$ 个象素大小,然后按以下步骤进行:

(1) 对每一小块产生直方图,并将R、G、B值按公式(1)转化为Y、U、V值。认知科学表明,人类不能感觉出红、绿、蓝分量表示的彩色。需要一种独立

于设备的彩色空间。它按照人类的感知程度以一致的尺度表示色彩差别。在这种色彩空间中,2 种颜色之间的欧几里德距离对应于人类的感知距离。Y、U、V 空间就是这样一种色彩空间。

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.332 & 0.500 \\ 0.500 & -0.419 & -0.081 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (1)$$

(2) 统计 Y、U、V 3 个直方图的平均值。在统计时,只有直方图大于门限值的值才参与运算(门限值取为 10)。采用门限值是为了消除由于噪声引起的颜色干扰,这些干扰通常是随机的,值也很小。我们把平均值作为单元颜色信息存在数组里。

(3) 计算每个小块与周围 8 个相邻小块之间的欧几里德距离,产生一个类似于颜色直方图的距离直方图,横轴表示距离值,纵轴表示具有这一距离值的颜色对个数,从高到低扫描距离直方图,去掉那些出现次数小于门限的颜色对(门限值取 10)。把距离值个数填入颜色对列表中,采用门限是为滤掉一些没有意义的,小的对象。采用从高到低扫描是因为距离值越大,说明颜色对越明显。(1)至(3)步可以图解如图 3。

从列表中挑出 Y 种(Y=16)差值最明显的颜色对,这 Y 种颜色对在查询时代表查询图象。

(4) 搜索图象库里的图象  $image[i]$ ,对这些图象重复(1)至(3)步,然后比较查询颜色对在库里的某一幅图象中的出现次数,如果出现次数大于某一阈值(K=8),就认为这一种查询颜色对在  $image[i]$  中出现过。同样,K 也用于消除噪声。如果  $image[i]$  中有 80% 的颜色对被标记过,则该图象被检索出来。

### 3 扩展颜色对检索的实现方法

基本颜色对方法虽然可以描述目标的空间特

征,但也存在一些不足,如:它不能定量地描述相似的程度;相同的对象在不同照明条件下可能有不同的颜色,基本颜色对方法可能会产生遗漏;背景颜色也可能产生一些颜色对,而这些颜色对可能恰好具有某些查询颜色对的距离,这样就产生了干扰。针对这些不足,几种扩展颜色对方法如下:

方法 1:对于查询图象 Q 和库里的图象 G 产生的颜色对列表,使用相似性测度公式:

$$SIM(Q,G) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left( 1 - \frac{|q_j - g_j|}{\max\{q_j, g_j\}} \right) \quad (2)$$

其中, N 为使用的查询颜色对数目,  $q_j, g_j$  分别表示在 Q 和 G 中颜色对的出现次数。我们首先计算  $q_j$  和  $g_j$  之间的绝对差,然后用二者的最大值归一化,为了反映相似性,用 1 减去归一化的差,然后除以 N,对于所有的颜色对得到相似性平均值。由于较大的对象具有较多的颜色对出现次数,为了使相似性测度与目标大小无关,用 Q(或 G)中找到的所有颜色对的全部出现次数除  $q_j$ (或  $g_j$ ),导出归一化的颜色对计数值  $q_{nj}$  和  $g_{nj}$ ,所以相似性测度为:

$$SIM(Q,G) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left( 1 - \frac{|q_{nj} - g_{nj}|}{\max\{q_{nj}, g_{nj}\}} \right) \quad (3)$$

方法 2:为了解决由于照明条件引起的对象颜色变动,我们提出一种探索式方法。对于每个查询颜色对  $(C_1, C_2)$ ,不是去寻找图象 G 中作为邻接颜色对  $(C_1, C_2)$  的精确出现次数,而是寻找放宽的颜色对  $(C_1^*, C_2^*)$  的出现次数。这里  $C_i^* (i=1,2)$  定义为颜色对集合,  $C_1, C_2$  的差值落在某一范围内。实现时,我允许取到的精确颜色对有 2% 的变化范围,  $t = C_1 \times 0.02$ ,落在  $(C_1 - t, C_2 + t)$  范围内的颜色对称为非精确颜色对。

在计算  $g_j$  时,以较低的因子 0.7 乘以增加的非精确颜色对。以较高的因子 0.9 乘以精确颜色对。这样,相似性测度公式如式(4)。图 4 是根据方法 2 实现的运行结果:

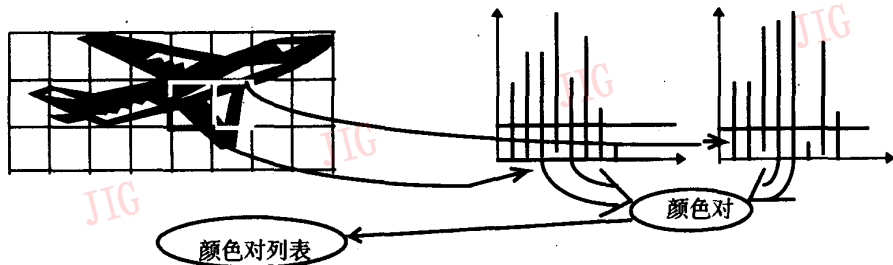


图 3 基本颜色对方法

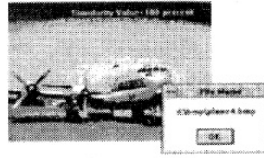
Fig. 3 The basic method of color-pair



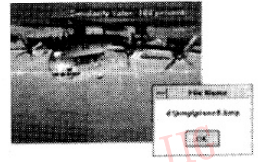
查询示例图象



不相关的一幅图象  
相似性:40%



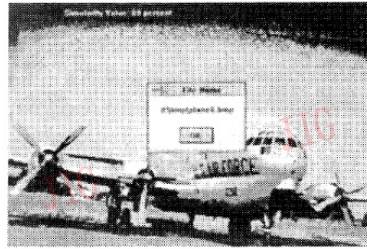
与示例图象一样的图象  
相似性:100%



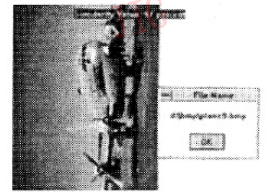
把示例图象倾斜 180 度  
相似性:100%



放大两倍后的图象  
相似性:90%



把放大后的图象倾斜 5 度  
相似性:89%



把示例图象倾斜 90 度  
相似性:97%

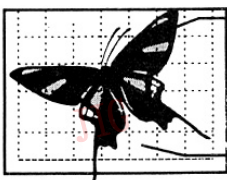
图 4 方法 2 的查询结果

Fig.4 The query result of method 2

$$SIM(Q,G) = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \left( 1 - \omega_j \frac{|q_{nj} - g_{nj}|}{MAX\{q_{nj}, g_{nj}\}} \right) \quad (4)$$

### 4 结论分析

方法 1 和方法 2 都没有达到基于对象的检索,为此,采用节段化的方法(方法 3),可以缩小检索范围。查询信息从查询对象中抽取,并且公式(3)用于计算查询对象每幅图象中所有单个对象之间的相似性。定义每幅图象,可以得到一组相似值。这样,用节段对象和查询对象之间的相似性来确定某个图象是否被检索。这种方法可以图解如下:



只考虑那些落在目标范围以内的小块

分段以后的目标

图 5 方法 3 图例

Fig.5 An example of method 3

它可以有效的滤除背景干扰,从而把查询工作从整幅图象推进到某个具体对象。当然,这需要成熟的节段化技术支持。从以上检索效果看,使用改进的颜色对方法,有很大的优越性:

(1) 它原理简单,不需要很复杂的运算。且除了节段化工作需要人工参与,经工作可以由计算机完成。

(2) 这样的方法不公对颜色对特征有效,而且可以扩展到其它特征,如纹理等。

(3) 所谓颜色对列表,实质是对已知图象的可视标识。通过比较颜色对列表内容的方法可以产生一个图象的许多语义描述,这可以导出一种半自动化图象描述和索引系统。然而,颜色对方法并不是对所有图象都有效。

(4) 对于背景复杂的图象,颜色对方法往往效果不佳。这是因为复杂的背景也产生了与查询颜色对相同的距离值,从而干扰了查询。

(5) 现在节段化技术不十分成熟,要真正达到针对目标的检索还不太可能。

(6) 对于照明条件的变化,本文中的算法十分有限,过于强烈的变化会使本来属于 a 范围的颜色

对跳到 b 范围的颜色对区间。

但是,颜色对方法毕竟比直方图算法有了很大改进,它可以比较成功地检索一些简单图象,具有一定的实用价值。

图 6 是对一个图象库的检索示例(以相似度 100%的图象为查询示例图象):

在查询示例中,我们发现如果选取背景单调的图象,则检索成功率很高,背景复杂的图象则反之。

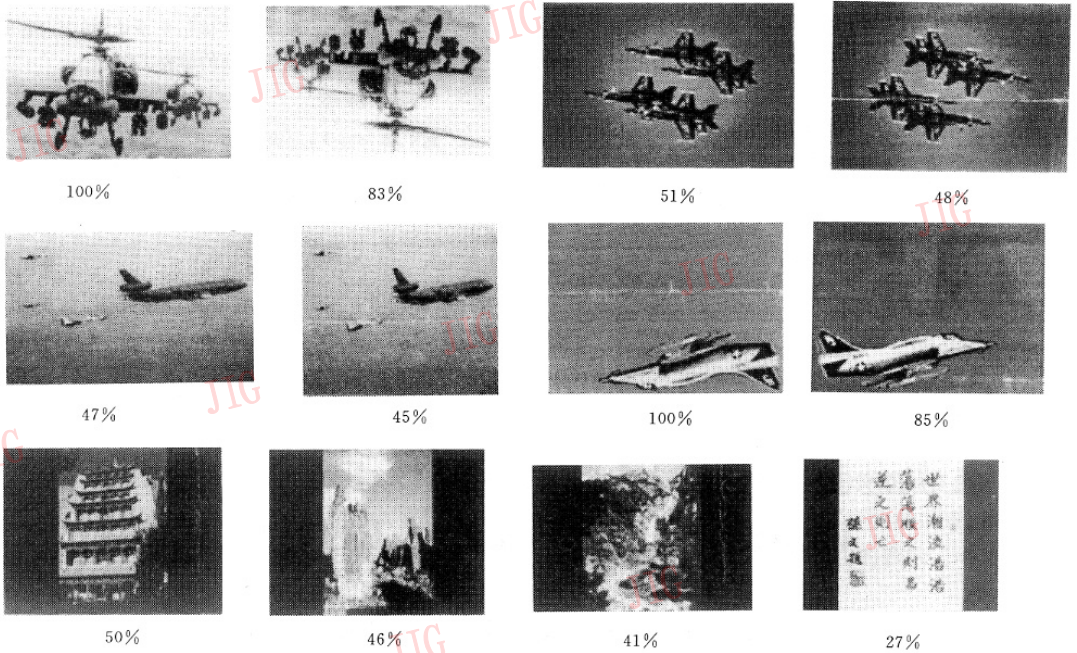


图 6 对图象库的查询结果

Fig. 6 The query results of the image library

这主要是由于背景颜色对产生了干扰的缘故,用方法 3 可以改进它。综上所述,颜色对方法比直方图算法有了很大改进,它可以比较成功地检索一些简单图象,具有一定的实用价值。

### 5 结束语

本文在用颜色直方图方法的基础上提出了颜色对方法,它能够弥补直方图方法不能描述目标空间特征的不足,并且这种方法与检索目标的大小,方向,位置无关,这就大大提高了检索的成功率。在基本颜色对方法的基础上,又实现了 2 种改进的算法,使得颜色对方法能够描述图象间的相似性程度。同时,颜色对方法也为如何描述空间特征提供了思路,

比如,在纹理算法的基础上可以有纹理对等等。

### 参考文献

- 1 胡晓峰,吴玲达,李国辉,老松杨.多媒体系统的原理与应用.北京:人民邮电出版社,1995.
- 2 王润生.图象理解.长沙:国防科技大学出版社,1995.
- 3 Chua Tat-Seng, Lim Swee-Kiew, Pung Hung-Keng. Content-based Retrieval of segmented Images. ACM Multimedia'94, 1994.
- 4 Gudivada venkat N, Raghavan Vijay V. Content-Based Image Retrieval System. IEEE Computer, 1995,19~22.
- 5 Srihari Rohini K. Automatic Indexing and Content-Based Retrieval of Captioned Images. IEEE Computer, 1995,49~56.
- 6 Swain M J, Ballard D H. Color Indexing. Int. j. of computer Vision, 1992,13(8):605.



**柳伟**,现为国防科技大学系统工程与数学系研究生。专业方向是多媒体和虚拟现实技术,主要从事多媒体数据库中检索方法的研究。



**李国辉**,1986年于国防科技大学电子技术系获硕士学位,现为国防科技大学系统工程系副教授,主要从事多媒体信息系统、计算机通信等方面的研究和开发。



**曹莉华**,1992年于国防科技大学电子技术系获硕士学位,现为国防科技大学系统工程系博士研究生,主要从事多媒体信息系统、基于内容的检索等方面的研究工作。

## A Research and Implementation Method of Content-Based Image Retrieval

Liu Wei, Li GuoHui, Cao LiHua

(Department of System Engineer and mathematics, University of Defence Technology, Changsha 410073)

**Abstract** In many current multimedia database systems, query or retrieval is only based on descriptive keywords of media, it ignores another important information resource (the content of media). Content-based image retrieval techniques usually use the color histogram of the full image. But this method can't contain the spatial features. In this paper, we introduce a color-pair retrieval method that derived from color histogram. It can reflect the spatial information of the images. Therefore it can retrieval images with clear boundary. The retrieval results are not affected by image's size, rotation and also the little changes of light. The experiment result shows this method improves the retrieval effect.

**Keywords** Content-based retrieval, Color-pair, Image processing