

一种新的基于分块颜色和形状的图像检索方法^{*})

郑霞¹ 周明全^{1,2} 耿国华¹

(西北大学计算机科学系 西安710069)¹ (中科院自动化研究所 北京100080)²

摘要 基于图像单一特征的检索方法只能反映图像的部分属性,应用范围受到限制。本文在分析图像颜色和形状特征的基础上,根据各自的特点,提出了一种新的基于分块颜色和形状的图像检索方法。首先,在图像分块的基础上提取颜色和特征点;其次,根据特征点提取图像的形状信息;最后,以颜色和形状作为综合特征,采用相应的匹配算法进行图像检索。实验证明该方法不仅准确度高,而且还可应用于基于对象或区域的图像查询中。

关键词 图像检索,块,特征点,综合特征

A New Approach for Image Retrieval Based on Color and Shape of Block

ZHENG Xia¹ ZHOU Ming-Quan^{1,2} GENG Guo-Hua¹

(Department of Computer Science, North West University, Xi'an 710062)¹

(Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100080)²

Abstract The approach for image retrieval based on single feature only can represent partial attributes of images, so its application is limited. After analyzing color feature and shape feature in images and combining their characteristics, this paper proposes a new approach for image retrieval based on color and shape of blocks. Firstly, this approach abstracts color information and character-points in the blocks of image; Secondly, according to character-points of each block, it abstracts shape information. Finally, integrating color and shape information, it employs proper matching algorithm to implement image retrieval. The results of the experiments show that this approach not only is more accurate but also can be applied to object-based or region-based image query.

Keywords Image retrieval, Block, Character-point, Integrating features

1 引言

基于内容的图像检索是当前信息世界研究的热点之一,广泛应用于各个领域。随着多媒体数据库尤其是大量图像库的飞速发展,对图像的检索效率要求越来越高。因此采用合适的检索方法是至关重要的。当前,利用各种特征对图像检索的方法已取得了一定进展,此类方法主要取决于三个因素:1. 选取特征;2. 提取特征;3. 匹配算法。常见的图像特征有颜色、纹理、形状和空间关系。基于单一特征的方法只能表达图像的部分属性^[1,2,3],缺少足够的全局信息。当图像发生如:尺度、方向等变化时,就不能得到理想的检索效果。为此需要综合利用各个特征互为补充,实现图像全面的描述。

颜色和形状是两种重要的视觉特征。颜色特征是一种全局特征,但由于颜色对图像或图像区域的方向、大小等变化不敏感,因此颜色特征不能很好反映图像中对象的局部属性。形状特征是一种图像局部属性的描述,可以反映图像区域的方向性^[2,3]。因此本文提出了一种新的基于分块颜色和形状的检索方法。首先,在图像分块的基础上提取颜色信息和特征点;其次,根据特征点提取图像的方向信息;最后,以颜色和方向信息作为综合特征,采用相应的匹配算法进行图像检索。

2 特征点、颜色、方向信息的提取

2.1 图像预处理

为了防止图像中噪音的影响,必须对原始的图像进行降噪处理。这里采用高斯平滑滤波器来实现。对图像的每一点在

R、G、B三个通道上进行高斯滤波。滤波后的图像可以去掉绝大部分高频成份,但是图像中的某些突兀点为了避免被选作特征点,还应该做进一步处理。为此采用了一个大小可变的窗口来筛选出突兀点。先从使用一个较小尺寸的窗口(如:3×3)开始,如果这个窗口中每一点的颜色值都取自一个恒定的范围,没有偏差很大的突兀点出现,则扩大窗口的尺寸,再做检查;否则,对于出现的突兀点进行修正处理,同时进行记录,以备选取特征点时使用。

经过以上预处理的图像,已经大幅度降低了噪音和突兀点的影响。此时将图像进行分块处理,分块的数目不宜过大,否则会影响检索效率。这里将图像分成了3×3个小块。下面将讨论如何在每个块中选取特征点。

2.2 特征点的提取

为了方便形状信息的提取,本文考虑采用特征点。特征点的提取必须考虑到当图像发生光照变化和几何变化(尺寸、平移、旋转等)时,特征点要具有很强的鲁棒性。虽然研究人员已经解决了灰度图像中特征点的提取问题,但是现实生活中要处理的是大量的彩色图像,为此必须找到一种有效的新方法。经过研究比较,在此采用 Harris 彩色点提取器^[3]。

Harris 彩色点提取器主要利用图像的一阶导数^[5]来实现。用到的矩阵 M 定义如下:

$$M = \begin{bmatrix} R_x^2 + G_x^2 + B_x^2 & R_x R_y + G_x G_y + B_x B_y \\ R_x R_y + G_x G_y + B_x B_y & R_y^2 + G_y^2 + B_y^2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

I_x 和 I_y ($I \in \{R, G, B\}$) 是图像的一阶导数。Harris 彩色点提取器主要根据公式(2)的局部区域极大值来定义:

^{*}) 本课题得到了国家自然科学基金项目(60271032)、中科院自动化研究所模式识别国家重点实验室项目的资助。郑霞 硕士研究生,主要研究方向:图像处理与可视化技术。周明全 博士生导师,主要研究方向:图像处理与可视化技术。耿国华 博士生导师,主要研究方向:智能信息处理。

$$Det(M) - K * Trace^2(M), K=0.04 \quad (2)$$

要找到局部区域的极大值,必须使用窗口。窗口的大小,即区域的大小必须慎重考虑,它的大小,要求所包含的特征点能够体现区域的相关信息。在选取区域内的极值点时,为了防止突兀点被选作极值点,要利用图像预处理时的突兀点的记录信息。



图1 提取的特征点

经过以上操作可以从图像的每个块中提取到 N 个极值点(见图1),总体上说 N 的大小在反映图像局部信息的同时,又体现了图像的全局特性。当然在实际应用中还要考虑系统执行的效率和耗费。下面讨论如何提取每块的颜色信息。

2.3 颜色信息的提取

为了增强算法对颜色的敏感性,采用 YUV 颜色模型。该模型是独立于设备的,它按照人类的感知程度按照相一致的尺度表示色彩差别。此模型中两种颜色之间的差值是对应于人的感知距离的^[4,7]。从 RGB 模型到 YUV 模型的变换公式为:

$$\begin{pmatrix} Y \\ U \\ V \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.169 & -0.332 & 0.5 \\ 0.5 & -0.419 & -0.081 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (3)$$

图像的颜色直方图是图像中各种色彩出现的频率,它反映图像的颜色特征,而且不受图像旋转和平移变化的影响,所以这里利用颜色直方图信息。将图像块的颜色模型转换后,统计每一块的 Y、U、V 三个直方图,并计算直方图的平均值。直方图的一般定义为:

$$H(k) = n_k / N, k=0,1, \dots, L-1 \quad (4)$$

上式中 k 代表图像的特征取值, L 是特征可取值的个数, n_k 是图像中具有特征值为 k 的像素。

2.4 方向信息的提取

颜色直方图没有表达出颜色空间分布的信息,也没用反映出图像中物体的形状信息。为此可以结合图像的形状特征。

不难发现,在图像每一子块中提取的特征点,绝大多数都是边缘点。这些特征点,已经足够反映边缘的内容。与提取所有的边缘点相比,减少了计算量。

这里借助边缘类型直方图^[5]来描述图像的形状信息。一般图像的边缘类型可以归结为5种,依次为 $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ$ 边缘和无方向边缘。可以采用图2的5种边缘类型检测算子来实现。

1	1	$2^{1/2}$	0	1	-1	0	$2^{1/2}$	2	-2
-1	-1	0	$-2^{1/2}$	1	-1	$-2^{1/2}$	0	-2	2
0°		45°		90°		135°		无方向	

图2 5种边缘类型检测算子

在每个图像子块中以提取到的每个特征点为基准,以相同的规则取 4×4 的邻域(邻域的个数视具体情况而定)进行边缘类型的检测。统计边缘类型的直方图可以得到一个方向行向量: $P = (p_1, p_2, p_3, p_4, p_5)$, 其中1~5对应于5种边缘类型。

3 匹配算法

经过上述方法处理的图像,可以用图像的子块来表征。而针对图像的每一个子块,用颜色和方向的联合信息就可以描述。在提取颜色信息时得到的是 Y、U、V 三个直方图的平均直方图 H 。在方向信息提取时,得到的是一个方向行向量 P 。所以图与图之间的匹配可以归结为相应图像块之间的匹配,进一步归结为颜色直方图间和方向向量间匹配的联合。设查询图像的一个子块为 i , 数据库中一幅图像的某一子块为 j , 则颜色直方图间的相似性可以用距离公式(5):

$$Dis(H^i, H^j) = \sum_{k=1}^L \frac{(H_k^i - H_k^j)^2}{H_k^i + H_k^j} \quad (5)$$

方向向量之间的相似性可以采用式(6):

$$Dis(P^i, P^j) = \sum_{k=1}^5 |P_k^i - P_k^j| \quad (6)$$

它们之间综合相似性可按式(7)计算:

$$S = (w_p D_p + w_H D_H) / (w_p + w_H) \quad (7)$$

其中 D_p 和 D_H 分别为方向相似性和颜色相似性, w_p 和 w_H 分别为对形状的加权和颜色的加权。

从全局而言,检索的终止条件可以以取得图像整体优良匹配块对为基准;从局部而言可以以存在一个最佳的匹配块对为基准。由于图像之间的匹配采用了子块的匹配技术,在具体检索时目标块与比较块之间的位置没有固定,因此此方法可以应用于基于对象或基于感兴趣区域的查询^[6]。

4 实验结果



图3 实验结果

实验中使用了尺寸各不相同的24位 RGB 格式图像, 图像类别涉及植物、动物、实物。结果表明, 使用传统的单一特征进行检索, 不能兼顾图像的整体内容, 检索效果不够理想。本文提到的方法不仅解决了这一问题, 而且在形状特征提取时, 由于利用了特征点信息, 从而不仅克服了边界点信息的局限性而且也减少了计算量。对于采用的图像分块策略, 使得此方法应用于图像的对象或区域查询中也得到了很好的效果。图3是实验得到的一个检索结果, 因为综合了图像的颜色和形状信息, 所以与单一的特征信息(颜色相交直方图)检索相比较, 具有较高的准确度。

总结 本文根据传统单一图像特征检索的不足, 结合颜色特征与形状特征的优越性, 提出了一种新的基于分块颜色和形状信息的图像检索方法。主要以图像的颜色平均直方图作为颜色信息的描述, 以特征点为依据利用边缘类型直方图作为形状信息的描述。实验结果表明, 该方法具有明显的优越性, 在应用范围上, 不仅适用于一般的图像查询, 而且也适用于基于对象或区域的图像查询; 在检索效率上, 与常规的方法

相比有了明显的提高。本文接下来要做的工作是对算法进一步改进, 并利用存储结构更好地提高检索效率。

参考文献

- 1 Rui Y, Huang T S, Chang S-F. Image retrieval: Past present and future. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 1999, 10: 1~23
- 2 章毓晋. 基于内容的视觉信息检索. 北京: 科学出版社, 2003
- 3 Gouet V, Boujemaa N. Object-based queries using color points of interest. *IEEE Workshop on Content-Based Access of Image and Video Libraries (CBAIVL/CVPR 2001)*, Kauai, Hawaii, USA, 2001. 30~36
- 4 曹莉花. 用颜色特征进行基于形状的检索. *计算机工程与应用*, 1999, 12
- 5 Montesinos P, Gouet V, Deriche R, Pelé D. Matching color uncalibrated images using differential invariants. *Revue Image and Vision Computing*, 2000, 18(9): 659~671
- 6 Prasad B G, Gupta S K, Biswas K K. Color and Shape Index for Region-Based Image Retrieval, *IWVF4, LNCS 2059*, 2001. 716~725
- 7 章毓晋. 图像工程 上册: 图像处理和分析. 北京: 清华大学出版社, 1999
- 8 贾云得. 机器视觉. 北京: 科学出版社, 2000

(上接第171页)

首先可以确定用点密度专题图(点密度专题图是用不同颜色的点来表示目标对象的分布范围、数量特征和分布密度)比较合适。然后我们在属性数据库 world. sdd 中找到与谓词 Population 相关的属性字段 Pop_1994(1994年各国人口数), 并确定每个点代表的人口数为6亿人, 再制作基于 Pop_1994 字段的点密度专题图, 如图6。图6的显示与实际情况是相符的。

3.3 空间分类规则解释

空间分类规则可以通过规则前件的分类属性制作单值专题图(将具有不同属性值的空间对象以不同的颜色或晕线显示)或分段专题图(将属性值处于不同数值范围的空间对象以不同颜色或晕线显示)来对规则进行可视化解释。

例如, 以国家为单位给出人均年收入增长率(pop-grw-rt)分类规则如下:

```

if pop-grw-rt <="1%" then develop-speed = "no"
if pop-grw-rt >"1%" and pop-grw-rt <="2%" then develop-speed = "slow"
if pop-grw-rt >"2%" and pop-grw-rt <="4%" then develop-speed = "middle"
if pop-grw-rt >"4%" and pop-grw-rt <="5%" then develop-speed = "fast"
if pop-grw-rt >"5%" then develop-speed = "super"
    
```



图7 分类规则参考图(分段专题图)

图7通过对每一个分类赋予不同的填充晕线(左斜线、右

斜线、点、垂直线、水平线), 展示了1994年世界各国人均收入增长率的一个可视化分类(数据来自 world. sdb 和 world. sdd)。图的左边是不同填充晕线表示的分类标准。

结束语 本文以 GIS 为背景, 以提高 GIS 数据分析的智能化和可视化为目标, 对空间数据挖掘和知识发现理论中的部分规则进行了形式化的抽象, 并基于 GIS 软件 Supermap II 进行了可视化的分析。

基于一定 GIS 软件进行空间规则分析虽然很方便, 但不是完全智能的, 其应用还主要停留在数据库、空间叠加分析上, 缺乏知识处理能力和推断能力。智能 GIS 的发展, 需要大家共同努力: 通过各种空间分析要求, 促进软件智能化的集成; 通过更加智能化的软件, 增强空间分析能力。这实际上是基于知识的专家系统在 GIS 中的应用。

参考文献

- 1 邱凯昌著. 空间数据挖掘和知识发现. 武汉大学出版社, 2001. 16~17, 38~39
- 2 Randell D A, Cui Z, Cohn A G. A Spatial Logic Based on Regions and Connection. In: *Proc. 3rd Int. Conf. on Knowledge Representation and Reasoning*, 1992. 165~176
- 3 刘亚彬, 刘大有, 等. 定性空间表示与定性空间的研究与发展. *计算机科学*, 2003, 30(3): 65~67
- 4 Ester M, Kriegel H-P, Sander J. Knowledge Discovery in Spatial Databases. *Invited Paper at 23rd German Conf. on Artificial Intelligence (KI '99)*, Bonn, Germany, 1999
- 5 Han Jiawei, Kamber M 著, 范明, 孟小锋, 等译. 数据挖掘概念与技术. 北京机械工业出版社, 2001
- 6 Hern'andez D, Clementini E, Felice P D. Qualitative distances. In: Kuhn W, Frank A, eds. *Spatial Information Theory: a theoretical basis for GIS*, number 988 in LNCS, Berlin, Springer Verlag. 1995. 45~58
- 7 石云, 孙玉芳, 左春. 基于 Rough Set 的空间数据分类方法. *软件学报*, 2000, 11(5): 673~678
- 8 滕寿威, 陈俊华. SuperMap II 的特点和应用. <http://www.supermap.com>