

文章编号: 0258-7025(2010)03-0774-05

# 基于兴趣点匹配和空间分布的图像检索方法

符 祥<sup>1</sup> 曾接贤<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> 南昌航空大学软件学院, 江西 南昌 330063  
<sup>2</sup> 南昌航空大学无损检测技术教育部重点实验室, 江西 南昌 330063

**摘要** 分析了基于兴趣点的传统图像检索方法的不足, 即不相似的非兴趣区域中的兴趣点影响检索精度。提出了一种利用兴趣点进行图像检索的新方法。基于兴趣点的局部灰度信息, 计算兴趣点的局部泽尼克(Zernike)矩, 通过比较各兴趣点局部 Zernike 矩的欧式距离提取最优匹配点对, 去除不匹配的兴趣点; 然后利用兴趣点的空间离散度来估计图像内容的相似度。在保证检索算法对图像旋转、平移稳健的前提下, 克服了传统方法的不足。实验结果表明该方法实现简单, 有效提高了图像检索的精度。

**关键词** 图像处理; 图像检索; 兴趣点匹配; 空间离散度

**中图分类号** TP391.41 **文献标识码** A **doi:** 10.3788/CJL20103703.0774

## A Novel Image Retrieval Method Based on Interest Points Matching and Distribution

Fu Xiang<sup>1</sup> Zeng Jiexian<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Software Institute, Nanchang Hangkong University, Nanchang, Jiangxi 330063, China  
<sup>2</sup> Key Laboratory of Nondestructive Testing, Ministry of Education, Nanchang Hangkong University, Nanchang, Jiangxi 330063, China

**Abstract** The main deficiency of traditional interest points-based image retrieval methods is that the accuracy is influenced by the dissimilar interest points in the non-interest regions. A novel algorithm for image retrieval based on interest points was presented. By comparing the Euclidean distance of each interest point's local Zernike moments based on its local gray information, the best matching pairs of interest points were computed and the dissimilar points were eliminated. Then, the spatial cohesion of interest points was used to discriminate the similarity between two images. With robustness to rotation and translation, the algorithm avoided the shortcoming of traditional methods. Experimental results show that this algorithm is simple and improves the image retrieval accuracy efficiently.

**Key words** image processing; image retrieval; interest points matching; spatial cohesion

## 1 引 言

随着多媒体应用的流行和网络技术的发展, 用户可很容易地获得大量数字图像, 为了得到用户真正需要的图像, 对其进行快速、高效的检索至关重要。为了满足这一需求, 20 世纪 90 年代以来, 基于内容的图像检索(CBIR)成为研究热点, 图像可以基于内容进行检索, 其内容包括颜色分布、纹理、形状或其他结构特征。

兴趣点作为一种重要的图像视觉特征, 具有计

算量小、信息含量高的特点。它灵活地描述了图像的细节内容, 能够通过一些兴趣点的集合来对对象特征进行描述, 使得向面向语义对象的检索更近了一步, 而且对图像的几何变换具有很强的稳健性。研究发现, 基于兴趣点的图像检索方法<sup>[1~5]</sup>思想都比较相似, 往往是在检测到图像的兴趣点后, 结合兴趣点的空间分布特征或兴趣点周围的灰度、颜色等信息进行检索。这类方法不是真正基于内容的图像检索, 因为人们感兴趣的内容一般是图像中的特定

收稿日期: 2009-03-31; 收到修改稿日期: 2009-06-08

基金项目: 国家自然科学基金(60675022)、江西省自然科学基金(2008GZS0034)和航空科学基金(20085556017)资助项目。

作者简介: 符 祥(1980—), 男, 博士, 讲师, 主要从事数字图像处理和计算机视觉等方面的研究。

E-mail: fxfb163@163.com

目标,在图像中所占面积比例较小,不相似的非兴趣区域中存在的大量兴趣点必然影响这类方法的检索精度。

基于以上分析,本文提出了一种基于兴趣点匹配和空间分布的图像检索方法,基于兴趣点的局部灰度信息,计算兴趣点的局部泽尼克(Zernike)矩,通过比较各兴趣点局部 Zernike 矩的欧式距离提取最优匹配点对,去除不匹配的兴趣点;然后利用兴趣点的空间离散度来估计图像内容的相似度。

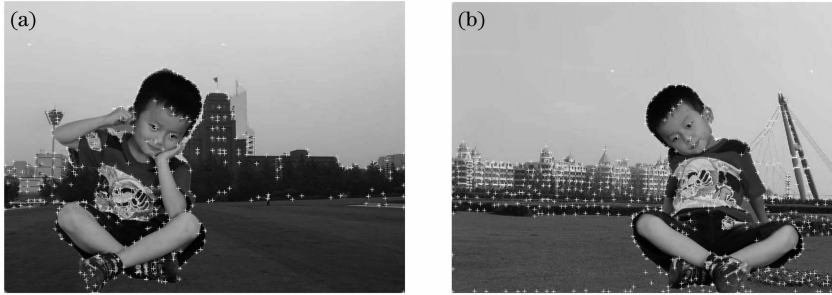


图 1 兴趣点检测结果

Fig. 1 Results of interest points detection

## 2.2 去除不匹配兴趣点

由图 1 可以看出,由于两幅图像的背景完全不同,背景区域中的兴趣点分布差异很大,直接基于图像兴趣点的空间分布度量两幅图像的相似度不可行,直接基于所有兴趣点周围的局部灰度、颜色或纹理信息同样不可行。因此,提取兴趣点后,需要通过特征匹配,去除不相似的非兴趣区域中的兴趣点。特征匹配的方法很多,其中基于不变量的匹配具有较好的匹配效果,是近年来的研究热点。由于局部 Zernike 矩具有平移和旋转不变性,是目前最准确的一种矩<sup>[6~8]</sup>,这里采用兴趣点邻域的局部 Zernike 矩作为匹配的特征。取兴趣点周围半径为  $R$  的圆形区域为局部 Zernike 矩的计算域,计算域的大小可调,Zernike 矩的详细计算过程参见文献[7]。

对查询图像中的每一个兴趣点,在库图像中找到与其最相似的点。相似性度量用局部 Zernike 矩

## 2 兴趣点匹配

### 2.1 兴趣点检测

目前存在许多兴趣点检测技术,其中 Harris 角检测器具有平移和旋转不变性,是最可靠的兴趣点检测技术之一<sup>[5]</sup>,利用 Harris 角检测器提取的兴趣点如图 1 所示,(a)和(b)分别为两幅包含同一目标但背景不同的图像。

的欧式距离描述,参照文献[9]和[10]的方法给出了基于局部 Zernike 矩欧式距离的定义

$$D = \sum_{i=0}^{N-1} \| \mathbf{Z}_Q[i] - \mathbf{Z}_I[i] \|^2, \quad (1)$$

式中  $N$  为每个兴趣点的 Zernike 矩总数, $\mathbf{Z}_Q[i]$  和  $\mathbf{Z}_I[i]$  分别表示查询图像  $Q$  和数据库中图像  $I$  某兴趣点的第  $i$  个矩。

去除两图中欧式距离较大的匹配点,即最不相似的兴趣点,保留距离较小的  $M$  对兴趣点。设图像  $Q$  共有  $E$  个兴趣点,图像  $I$  共有  $F$  个兴趣点,具体步骤如下:

1) 对于图像  $Q$  中的一个兴趣点  $P_{Q_j}$  ( $1 \leq j \leq E$ ),根据(1)式,可求出图像  $I$  中的每一个兴趣点  $P_{I_k}$  ( $1 \leq k \leq F$ ) 与  $P_{Q_j}$  的距离,共  $F$  个距离;

2)  $F$  个距离中点  $P_{I_j'}$  与  $P_{Q_j}$  间的距离最小为  $D_j$ ,则  $P_{I_j'}$  与  $P_{Q_j}$  为一对匹配点;

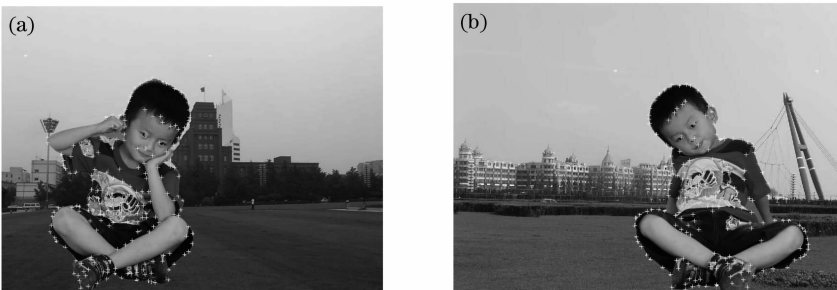


图 2 去除不相似兴趣点的结果

Fig. 2 Results after dissimilar points elimination

3) 重复上述步骤,可找出  $E$  对匹配点,每对匹配点间的相应距离为  $D_j (1 \leq j \leq E)$ ;

4) 去除  $D_j (1 \leq j \leq E)$  较大的匹配点,即最不相似的兴趣点,保留距离最小的  $M$  对兴趣点。

根据上述方法去除如图 1(a)和图 1(b)不相似兴趣点后,结果如图 2(a)和图 2(b)所示。不难理解,如果两幅图像中有相似区域,保留的必然是这部分区域内的兴趣点,利用这些点的分布或局部信息度量图像的相似度更有意义。

### 3 基于空间分布的相似性度量

一般基于兴趣点的图像检索方法在提取兴趣点后,常使用兴趣点的局部灰度或颜色信息进行图像的相似性度量<sup>[2~5]</sup>,如灰度直方图,由于本文算法在兴趣点匹配时,已经用到这些信息,保证了保留的兴趣点具有相似的灰度分布,因此,这里仅用兴趣点的空间分布来度量图像的相似性。

兴趣点空间分布的离散度描述了图像的几何特征,用离散度来描述图像的特征有两个优点:首先,兴趣点的离散度表明兴趣点的疏密程度,不仅包含了其空间分布信息,也包含了一定的图像结构信息;其次,兴趣点的离散度具有旋转和平移不变性<sup>[2]</sup>。兴趣点的分布离散度计算公式为

$$r = \frac{1}{\max(C, R)} \times \sqrt{\frac{1}{N_P} \sum_{(x, y) \in P} [(x - \bar{x})^2 + (y - \bar{y})^2]}, \quad (2)$$

式中  $R$  为图像的宽度,  $C$  为图像的高度,  $P = \{p(x, y) \mid 1 \leq x \leq R; 1 \leq y \leq C\}$  为图像的兴趣点集合,  $N_P$  为兴趣点数目,  $(\bar{x}, \bar{y})$  为集合  $P$  的中心,这里  $\bar{x}$

和  $\bar{y}$  的定义为

$$\bar{x} = \frac{1}{N_P} \sum_{(x, y) \in P} x; \quad \bar{y} = \frac{1}{N_P} \sum_{(x, y) \in P} y. \quad (3)$$

基于兴趣点空间分布的离散度,查询图像  $Q$  和数据库中的图像  $I$  之间的相似度利用高斯函数定义为

$$S(Q, I) = \exp\{-[r(Q) - r(I)]^2\}, \quad (4)$$

式中  $r(Q)$  和  $r(I)$  分别为查询图像  $Q$  与数据库中图像  $I$  的兴趣点分布离散度,可由(2)式计算得出。这样,计算数据库中的每一幅图像  $I$  与查询图像  $Q$  间的相似度,然后按照相似度由大到小的顺序返回图像检索的结果。

### 4 实验结果

为了验证本文算法的检索性能,将其与文献[2]中基于兴趣点的图像检索方法进行对比实验(文献[2]中的方法是目前较有效的基于兴趣点的图像检索方法),两种方法均用 Visual C++ 6.0 实现。实验采用从 Corel 图像数据库中抽取的 1000 幅图像<sup>[2~5]</sup>,这些图像包括非洲土著居民、海滩、公共汽车、建筑、恐龙、大象、山峰、花卉、马和食物共 10 类,每类含有 100 幅图像。利用检索的准确率评价算法性能,准确率的计算方法为<sup>[5]</sup>

$$P_T = n/T, \quad (5)$$

式中  $T$  为检索算法自动输出的相似图像数目,  $n$  为命中查询图像  $Q$  所在图像类的图像数目。具体实验步骤如下:从每类图像中抽取 10 幅图像分别作为待查询图像,由(5)式分别计算出每幅图像的  $P_{10}$ ,  $P_{20}$  和  $P_{30}$ ,然后计算每类图像的平均值  $\overline{P_{10}}$ ,  $\overline{P_{20}}$  和  $\overline{P_{30}}$ ,实验结果如表 1 所示。

表 1 文中算法和文献[2]算法的检索性能比较

Table 1 Performance comparison between the proposed method and the method in Ref. [2]

	$\overline{P_{10}}/\%$		$\overline{P_{20}}/\%$		$\overline{P_{30}}/\%$	
	Ref. [2]	Proposed	Ref. [2]	Proposed	Ref. [2]	Proposed
Africa	20	20	10	15	6.7	10
Beach	30	30	20	15	16.7	13.3
Buildings	30	20	30	15	23.3	13.3
Buses	30	30	15	20	10	13.3
Dinosaurs	10	60	5	40	3.3	40
Elephants	10	40	10	20	6.7	20
Flowers	10	70	5	55	3.3	40
Horses	50	50	55	60	53.3	46.7
Mountains	20	40	25	30	30	23.3
Food	10	10	15	5	13.3	3.3
Average	22	37	19	27.5	16.7	22.3

由表 1 可以看出,对于海滩、建筑和山峰图像,由于整幅图像即检索目标,不存在背景图像干扰兴趣目标的问题,这类图像检索结果文献[2]中的方法与本文方法相当;而对于恐龙、大象和花卉等图像,目标在图像中的比例较小或图像的背景部分较复杂,本文检索方法由于去除了不相似的非兴趣区域中的兴趣点,检索性能明显好于文献[2]中的检索方

法。由各类图像检索结果的平均值(表 1 最后一行)可以看出,本文检索方法比文献[2]中方法的检索性能明显提高。

图 3 是利用本文算法进行检索的一个结果,左上角的图像是查询图像,其他 12 幅图像是检索结果,从左到右,从上到下按相似度从大到小排列,其中正确的图像有 9 幅,且前 5 幅图像均为正确图像。



图 3 检索结果

Fig. 3 Retrieval results of the proposed method

## 5 结 论

基于兴趣点的传统图像检索方法往往根据兴趣点周围的图像信息度量图像的相似度,由于不相似的非兴趣区域一般占有图像的比例较大,这些区域中的兴趣点必然影响传统方法的检索精度,因此传统方法实质上不是真正基于内容的图像检索。本文利用兴趣点周围的灰度信息对兴趣点进行匹配,去除不相似的点;并利用保留的相似兴趣点来估计图像内容的相似度。该检索方法具有旋转和平移不变性,实验表明,该方法比其他基于兴趣点的检索方法具有更好的检索性能。

本文算法自动检索出具有相似区域的图像,但这些相似区域并不一定就是人们感兴趣的区域,未来的工作将把基于人机交互的相关反馈技术应用到本文提出的检索方法中,以更加准确地描述用户的查询条件和图像的内容。

## 参 考 文 献

- 1 Yao-Hong Tsai. Salient points reduction for content-based image retrieval [J]. *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*, 2009, **37**(1):656~659
- 2 Ding Guiguang, Dai Qionghai, Xu Wenli. A method for image retrieval technique based on local distribution features of interest points [J]. *J. Optoelectronics · Laser*, 2005, **16**(9): 1101~1106  
丁贵广,戴琼海,徐文立. 基于兴趣点局部分布特征的图像检索方法[J]. *光电子·激光*, 2005, **16**(9):1101~1106
- 3 Junwei Han, Lei Guo. New image retrieval approach based on interest points [C]. *SPIE*, 2002, **4862**:187~197
- 4 Zeng Zhiyong, Zhang Xuejun, Cui Jiangtao et al.. A novel image retrieval algorithm based on color and distribution of prominent interest points [J]. *Acta Photonica Sinica*, 2006, **35**(2):308~311  
曾智勇,张学军,崔江涛等. 基于显著兴趣点颜色及空间分布的图像检索新方法[J]. *光子学报*, 2006, **35**(2):308~311
- 5 Meng Fanjie, Guo Baolong. A novel image retrieval algorithm based on the color and distribution of interest points [J]. *J. Xidian University*, 2005, **32**(2):256~259  
孟繁杰,郭宝龙. 一种基于兴趣点颜色及空间分布的图像检索方法[J]. *西安电子科技大学学报*, 2005, **32**(2):256~259
- 6 Yang Zhanlong, Guo Baolong. Image mosaic technique based on pseudo-Zernike moments of interest points [J]. *Chinese J.*

*Lasers*, 2007, **34**(11):1548~1552

杨占龙, 郭宝龙. 基于兴趣点伪泽尼克矩的图像拼接[J]. 中国激光, 2007, **34**(11):1548~1552

- 7 Li Leida, Guo Baolong, Sun Lei. RST invariant watermark based on local Zernike moments [J]. *J. Optoelectronics • Laser*, 2007, **18**(1):117~120

李雷达, 郭宝龙, 孙磊. 基于局部 Zernike 矩的 RST 不变水印 [J]. 光电子·激光, 2007, **18**(1):117~120

- 8 Yang Ping, Ao Mingwu, Liu Yuan *et al.*. Adaptive optics genetic algorithm based on Zernike mode coefficients [J]. *Chinese J. Lasers*, 2008, **35**(3):367~372

杨平, 敖明武, 刘渊等. 基于泽尼克模式系数的自适应光学遗传算法[J]. 中国激光, 2008, **35**(3):367~372

- 9 Tian Ying, Yuan Weiqi. Ear recognition based on fusion of scale invariant feature transform and geometric feature [J]. *Acta Optica Sinica*, 2008, **28**(8):1485~1491

田莹, 苑玮琦. 尺度不变特征与几何特征融合的人耳识别方法[J]. 光学学报, 2008, **28**(8):1485~1491

- 10 Yunxin Wang, Tiegeng Liu, Junfeng Jiang. A multi-resolution wavelet algorithm for hand vein pattern recognition [J]. *Chin. Opt. Lett.*, 2008, **6**(9):657~660

## · 广 告 ·

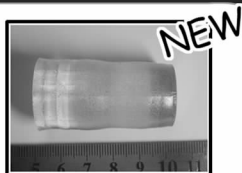
**FC CASTECH®**

全球领先的激光晶体和非线性光学晶体制造商

LASER  
World of PHOTONICS 2009  
德国慕尼黑激光、光电展  
2009年6月15-18日  
欢迎光临我们的展位: Hall B1 #175

### 磁光晶体系列

铽镱石榴石 (TGG)



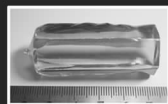
BBO Q-开关

BBO 普克尔盒的应用

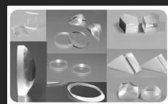
- 1、高重复频率DPSS中Q开关的理想选择
- 2、用于高重复频率再生放大系统的控制
- 3、腔倒空系统
- 4、削波



Q开关驱动源



超长 Nd:YVO<sub>4</sub> 晶体



光学产品

### 产品系列

1. 非线性光学晶体
2. 激光晶体
3. 绿光、蓝光晶体组件
4. 声光和电光晶体
5. 双折射晶体
6. 闪烁晶体
7. 激光光学产品
8. 通讯光学产品
9. 光通讯薄膜滤光片
10. 红外光学产品
11. Q-开关、温控炉等

地址: 中国福建省福州市杨桥西路155号

电话: +86-591-83710533

传真: +86-591-83711593

Http://www.castech.com

E-mail:sales@castech.com