

文章编号:1001-9081(2010)02-0362-02

一种新颖的测地距傅里叶轮廓描述符

陈 胜, 刘 循

(四川大学 计算机学院, 成都 610064)

(i7mail.cn@gmail.com)

摘 要:在传统的用于图像检索的傅里叶轮廓描述符的基础上,提出了一种新颖的、基于图像轮廓的测地距傅里叶描述符,并在标准图像轮廓数据库 MPEG-7 上进行了测试。实验结果表明这种轮廓描述符在性能上优于其他基于图像轮廓的傅里叶描述符。

关键词:基于轮廓的图像检索;测地距傅里叶描述符;等弧长测地距函数

中图分类号: TP391.41 **文献标志码:** A

Novel geodesic distance Fourier shape descriptor

CHEN Sheng, LIU Xun

(College of Computer Science, Sichuan University, Chengdu Sichuan 610064, China)

Abstract: On the basis of conventional Fourier shape descriptors for image retrieval, the paper introduced a novel shape-based geodesic distance Fourier Descriptor (FD), and the proposed FD was tested on the standard shape database MPEG-7. The experimental results show that it outperforms conventional Fourier shape descriptors.

Key words: shape-based image retrieval; geodesic distance Fourier descriptor; equal arc length geodesic distance function

0 引言

随着数字化和信息化的发展,产生了大量的数字图像。如何对这些图像进行快速分类和检索就变得非常重要。图像轮廓检索也是计算机视觉中的一个关键部分。图像轮廓检索主要包括以下三个部分:图像轮廓的表示,轮廓间的相似性度量和图像轮廓的索引。其中,图像轮廓的表示最为重要,可以说在很大程度上决定了一个图像轮廓检索系统是否高效。

到目前为止,已经提出了大量的图像轮廓描述符^[1-6],大致可分为两种:一种是基于图像轮廓的,一种是基于整个图像区域的^[7]。在这些轮廓描述符中,由于傅里叶变换具有较低的计算复杂度、成熟的理论、容易理解的物理意义,适合不同轮廓表示精度的图像检索的优点,傅里叶轮廓描述符受到了很多人的欢迎,已经提出了多种傅里叶轮廓描述符^[8-10],以及在此基础上改进^[11-13]。

本文在已有傅里叶描述符的基础上,通过利用轮廓采样点的等弧长测地距函数,构建了一种新颖的,基于轮廓的测地距傅里叶描述符。它具有较低的计算复杂度,能适用于对轮廓表示精度有不同要求的各种图像检索应用。并且通过实验表明,这种新颖的测地距傅里叶描述符在性能上优于其他傅里叶描述符。

1 测地距

1.1 测地距的定义

假定 A, B 两点是图像轮廓的两个边界点, A, B 两点之间的测地距被定义为在图像轮廓边界以内,连接 A, B 两点的最短距离^[5]。如果连接 A, B 两点的直线段上的点全部落在轮廓

以内,则 A, B 两点的测地距就是 A, B 两点的欧氏距离。如果不是,则 A, B 两点的测地距是轮廓以内的最短距离,如图 1 中虚线所示。

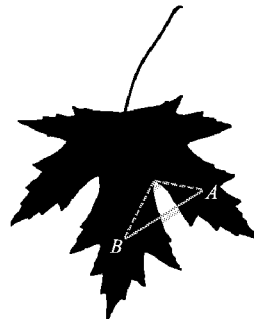


图1 图像轮廓点 A, B 间的测地距

测地距不受图像轮廓关节处的清晰度影响,能很好地反映图像轮廓的局部特征,并且能反映图像内部有洞的特征,用它建立的图像轮廓描述符能很好地描述图像轮廓。

1.2 测地距的计算

本文运用图论中的经典算法——最短路径算法来计算任意两个图像轮廓点间的测地距。

测地距的计算过程如下:

第1步 建图。首先,将所有轮廓点加入到图中,作为图中的顶点。然后,对于任意两个轮廓点,如果连接它们的直线段上的所有点都落在轮廓边界以内,则将它们用直线段连接起来,并用它们之间的欧氏距离作为边的权,把这条边加入到图中。在这里,相邻的轮廓点总是连接起来的。对于检查连接两个轮廓点的直线段是否在轮廓边界以内,可以通过递归检查直线段的中点是否在轮廓边界以内来实现。

收稿日期:2009-08-01;修回日期:2009-09-12。 基金项目:国家自然科学基金资助项目(60773169)。

作者简介:陈胜(1985-),男,重庆人,硕士研究生,主要研究方向:计算机智能信息处理; 刘循(1963-),女,四川成都人,副教授,博士,主要研究方向:计算机智能信息处理。

第2步 对第1步所建立的图,应用最短路径算法找出任意两个轮廓点间的最短距离,这个距离就是两个轮廓点的测地距,可用成熟的 Dijkstra 算法, Floyd-Warshall 算法, Johnson 算法等。

2 轮廓采样点的等弧长测地距函数

假定 $L = \sum_{i=0}^{N-1} d(k_i, k_{i+1})$ 是图像轮廓 C 的边界, k_i 是轮廓采样点, $d(k_i, k_{i+1})$ 是相邻轮廓采样点间的欧氏距离。对某一采样点 k_i , 我们从 k_i 开始, 沿逆时针方向将轮廓边界划分为 n 等份: $k_i \hat{s}_1, \hat{s}_1 \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{n-1} k_i$ 。对于 k_i , 我们得到它相对于其他分割点的 $n-1$ 个测地距: $L_1^{(i)}, L_2^{(i)}, \dots, L_{n-1}^{(i)}$ 。 $L_j^{(i)}$ 代表采样点 k_i 与分割点 s_j 之间的测地距, 这反映了图像轮廓在采样点 k_i 处的局部特征。同时, 图像轮廓采样点 k_i 可以按某种采样理论进行采样, 这反映了图像轮廓的全局特征。随着 k_i 变化, $L_j^{(i)}$ ($j=1, 2, \dots, n-1$) 也相应变化, 则 $L_j^{(i)}$ 是 k_i 的函数, 我们以 L_j 表示, 称为轮廓采样点的等弧长测地距函数。于是等弧长测地距函数集 $\Phi = \{L_1, L_2, \dots, L_{n-1}\}$ 既反映了图像轮廓的全局特征, 也反映了图像轮廓的局部特征, 我们用它来描述图像轮廓。

在这里要指出的是, k 是其中的唯一不确定参数。 k 值越大, 分割长度越小, 能得到更多的图像轮廓细节。如果我们要得到更高的检索精度, 可以选择更大的 k 值。

3 测地距傅里叶描述符

对 $L_j(i)$, $j=1, 2, \dots, n-1$ 进行一维傅里叶变换, 得到 N 个傅里叶变换系数:

$$f(m) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} L_j(i) \exp\left(\frac{-j2\pi mi}{N}\right); m=0, 1, \dots, N-1$$

由于 $L_j(i)$ 是实数, $|f(m)|$ 是对称的, 所以只有 $N/2$ 个不同的 $|f(m)|$, 则向量:

$$f_j = \left[\frac{|f(1)|}{|f(0)|}, \frac{|f(2)|}{|f(0)|}, \dots, \frac{|f(N/2)|}{|f(0)|} \right]^T$$

具有平移不变性、缩放不变性和旋转不变性。于是把 $GDF^{(A)} = \{f_1^{(A)}, f_2^{(A)}, \dots, f_{n-1}^{(A)}\}$ 和 $GDF^{(B)} = \{f_1^{(B)}, f_2^{(B)}, \dots, f_{n-1}^{(B)}\}$ 分别作为轮廓 A 和 B 的测地距傅里叶描述符。轮廓 A 和 B 的相似性度量为:

$$d(A, B) = \left(\sum_{i=1}^{n-1} |f_i^{(A)} - f_i^{(B)}|^2 \right)^{1/2}$$

4 实验结果

由于 MPEG-7(多媒体内容描述接口)已经被确定为描述各种多媒体信息包括图像轮廓的新一代标准, 并且其中的 MPEG-7 Core Experiment CE-Shape-1 Part B 部分是用来测试基于图像轮廓相似性检索的性能, 所以选择了在它上面来测试本文所提出的测地距傅里叶轮廓描述符的性能^[14-15]。同时也使用传统的质心距离傅里叶描述符和轮廓曲率傅里叶描述符进行了相同的检索, 以比较测地距傅里叶描述符和传统傅里叶描述符的性能。 MPEG-7 Part B 部分共有 1400 个图片, 70 个种类, 每类 20 个图片。3 个傅里叶轮廓描述符各进行了 10 次相同轮廓检索。设置测地距傅里叶描述符中的参数 $k=8$ 。

采用召回率 *Recall* 和正确率 *Precision* 来表示实验结果。召回率为 $R = r/m$, 正确率为 $P = r/n$, r 是检索到的相关图片

数, m 是 MPEG-7 Part B 数据库中的所有相关图片数, n 是检索到的所有图片数。实验结果见图 2, 可以看见本文提出的测地距傅里叶描述符在整体性能上优于传统的傅里叶描述符。如果想得到更好的性能, 可以将参数 k 设置得更大些。

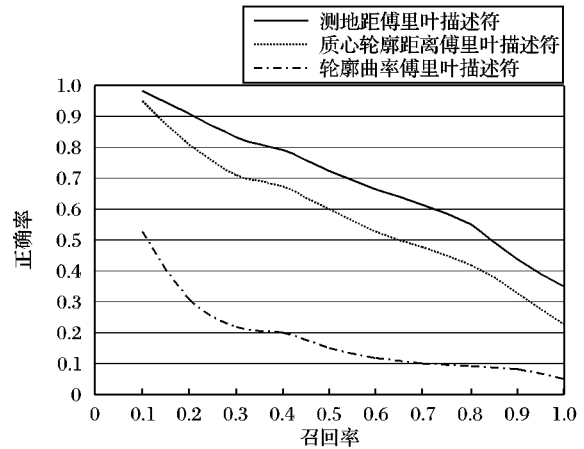


图2 三种傅里叶轮廓描述符的正确率—召回率曲线

5 结语

本文在传统傅里叶轮廓描述符的基础上, 创新地提出了一种新颖的测地距傅里叶描述符, 不但具有传统傅里叶轮廓描述符的优秀特性: 平移不变性、缩放不变性和旋转不变性, 而且不受图像轮廓关节处清晰度的影响, 能很好地反映图像轮廓的局部特征以及全局特征, 并在标准图像轮廓数据库 MPEG-7 上进行了与传统傅里叶轮廓描述符的性能对比实验, 实验结果显示这种新颖的傅里叶轮廓描述符在整体性能上优于传统的傅里叶轮廓描述符。

参考文献:

- [1] de ALMEIDA C W D, de SOUZA R M C R, CAVA; CANTI J N L. A shape-based image retrieval system using the Curvature Scale Space (CSS) technique and the Self-Organizing Map (SOM) model [C]// Proceedings of the Sixth International Conference on Hybrid Intelligent Systems. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2006: 25-25.
- [2] PETRAKIS E G M, DIPLAROS A, MILIOS E. Matching and retrieval of distorted and occluded shapes using dynamic programming [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, 24(11): 1501-1516.
- [3] MOKHTARIAN F, ABBASI S. Matching shapes with self-intersections: Application to leaf classification [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2004, 13(5): 653-661.
- [4] LING HAI-BIN, JACOBS D W. Deformation invariant image matching [C]// Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Computer Vision. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2005: 1466-1473.
- [5] LING HAI-BIN, JACOBS D W. Using the inner-distance for classification of articulated shapes [C]// Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2005: 719-726.
- [6] BELONGIE S, MALIK J, PUZICHA J. Shape matching and object recognition using shape context [J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2002, 24(24): 509-522.

(下转第 414 页)

4 实验结果与分析

本文对“天气场景”和“招聘场景”的信息进行实验抽取,实验数据选自1998年人民日报语料库的部分数据和实验室收集的数据共166篇相关领域的文章和信息,共计1253条例句。实验中,随机选取400条作为测试数据,其余853条信息作为训练数据。系统评价采用准确率(*precision*)、召回率(*recall*)和*F-measure*对模型的有效性进行分析。准确率等于系统正确抽取的结果占有所有抽取结果的比例,召回率等于系统正确抽取的结果占有所有可能正确结果的比例,*F-measure*计算如式(3),实验结果如表3所示。

$$F\text{-measure} = \frac{2 \times \text{precision} \times \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}} \quad (3)$$

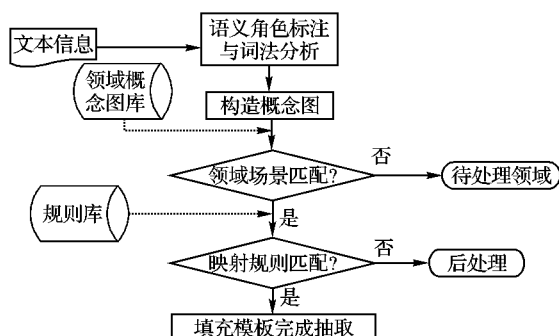


图5 基于语义角色和概念图的抽取模型

表3 实验结果

抽取技术	<i>Precision</i> /%	<i>Recall</i> /%	<i>F-measure</i> /%
基于语义角色和概念图	78.59	83.12	80.79
基于本体关系匹配	76.93	81.16	79.00
基于统计	75.25	81.06	78.05

实验显示采用基于语义角色和概念图的抽取技术,提高了信息抽取的准确率和召回率,这主要是本文的方法在场景识别和获取抽取模式时获得了一定的效果。

通过实验分析,语义角色本身代表了一个语义块,与词性和其他一些语法单位相比较,它是一个真正含有语义的信息单位,通过转换,概念图可以清晰地表示语义中的概念和它们

之间的关系,在场景识别中,使用这种方法区分场景得到的准确率要高于传统的统计识别,增强了系统的可扩展性。另外,通过使用语义角色获取抽取规则,不仅在一定程度上克服了由于语义信息的缺失造成的抽取准确率不高,而且还有效地避免了多语言单位混合使用引发的语言单位间的互相干扰,从而改善了抽取质量。

5 结语

本文提出的基于语义角色和概念图的信息抽取模型,是在语义层面对信息抽取的尝试,它将浅层的语义信息应用于场景识别和抽取模式两个层次上,并通过概念图将句子的语义形式化、可计算化。概念语义原与句子语言单位间的替换,使得领域概念图更具一般性,提高了场景识别的准确率,增强了系统的可扩展性。从实验结果可以看出本文所提出的抽取模型和抽取策略是可行且有效的。

参考文献:

- [1] 刘迁,焦慧,贾惠波. 信息抽取技术的发展现状及构建方法的研究[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(7): 6-8.
- [2] 董振东,董强. 知网的理论发现[J]. 中文信息学报, 2007, 7(4): 36-43.
- [3] 陈耀东,王挺,陈火旺. 浅层语义分析研究[J]. 计算机研究与发展, 2008, 45(S1): 321-325.
- [4] 袁毓林. 语义角色的精细等级及其在信息处理中的应用[J]. 中文信息学报, 2007, 21(4): 10-11.
- [5] 张蕾,李学良. 概念结构及其应用[D]. 西安: 西北工业大学, 2001.
- [6] XUE NIANWEN. Labeling Chinese predicates with semantic role[J]. Computational Linguistics, 2007, 34(2): 226-231.
- [7] ZHONG JIWEI, ZHU HAIPING, LI JIANMIN, et al. Conceptual graph matching for semantic search[EB/OL]. [2009-08-01]. <http://apex.sjtu.edu.cn/docs/iccs2002.pdf>.
- [8] 尹朝庆,尹浩. 人工智能与专家系统[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002.
- [9] 周顺先. 文本信息抽取模型及算法研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2007.
- [10] CALIFF M E, MOONEY R J. Bottom-up relational learning of pattern matching rules for information extraction[J]. Machine Learning Research, 2003, 4: 177-210.
- [7] ZHANG DENG-SHENG, LU GUO-JUN. Review of shape representation and description techniques[J]. Pattern Recognition, 2004, 37(1): 1-19.
- [8] CHEN BO, PAN XIANG. Geodesic Fourier descriptor for 2D shape matching[C]// Proceedings of the 2008 International Conference on Embedded Software and Systems Symposia. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2008: 447-452.
- [9] ZHANG DENG-SHENG, LU GUO-JUN. Study and evaluation of different Fourier methods for image retrieval[J]. Image and Vision Computing, 2005, 23(1): 33-39.
- [10] MEI YE, ANDROUTSOS D. Affine invariant shape descriptors: The ICA-Fourier descriptor and the PCA-Fourier descriptor[C]// ICPR 2008: Proceedings of the 19th International Conference on Pattern Recognition. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2008: 1-4.
- [11] EL-GHAZAL A, BASIR O, BELKASIM S. A novel curvature-based shape Fourier descriptor[C]// Proceedings of the 15th IEEE International Conference on Image Processing. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2008: 953-956.
- [12] ZHANG DENG-SHENG, LU GUO-JUN. Shape-based image retrieval using generic Fourier descriptor[J]. Signal Processing: Image Communication, 2002, 17(10): 825-848.
- [13] JIA HAI-TAO, XIE MEI. Improvement of Fourier descriptor using spatial normalization[C]// ISCIT 2005: IEEE International Symposium on Communications and Information Technology. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2005: 1284-1287.
- [14] LATECKI L J, LAKAMPER R, ECKHARDT T. Shape descriptors for non-rigid shapes with a single closed contour[C]// Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2000: 424-429.
- [15] JEANNIN S, BOBER M. Description of core experiments for MPEG-7 motion/shape, MPEG-7[S]. 1999.

(上接第363页)