文章编号：BJDXXB-2010-06-003

基于频率域特性的闭合轮廓描述子对比分析

张东明1 李圆圆1 陈佳怡2

（1北京XX大学信息工程学院，北京 100080 2江西XX学院计算机系，南昌，330002）

摘　要：本文将通过实验对两种基于频率域特性的平面闭合轮廓曲线描述方法（Fourier Descriptor, FD和Wavelet Descriptor, WD）的描述性、视觉不变性和鲁棒性的对比分析，讨论它们在形状分析及识别过程中的性能。在此基础上提出一种基于小波包分解的轮廓曲线描述方法（Wavelet Packet Descriptor, WPD），通过与WD的对比表明其在特定场合具有更强的细节刻画能力。

关键字：Fourier描述子、Wavelet描述子、视觉不变性、小波包形状描述

中图分类号： 文献标志码：A

Comparative Analysis of Closed Contour Descriptor Based on Frequency Domain Feature

ZHANG Dong-ming1, LI Yuan-yuan 1, CHEN Jia-yi2

(1College of Information Engineering, Beijing XX University, Beijing 100080, China)

(2Department of Computer Science, Jiangxi XX College, Nanchang, 330002, China)

Abstract：This paper provided a comparative method of Analyzing two classes of closed contour description, Fourier Descriptor and Wavelet Descriptor, by discussing their features of description, vision invariance and Robustness and analyzing their performance in shape analysis and recognition. According to the comparison, a contour curve description approach based on wavelet packet decomposition was proposed, and the experiment showed the more abilities in the detail description for some special cases.

Keywords：Fourier Descriptor, Wavelet Descriptor, Vision Invariance, Wavelet Packet Description

轮廓描述是图像目标形状边缘特性的重要表示方法，结合边缘提取的特点，其表示的精确性由以下三个方面的因素[1]决定：⑴ 边缘点位置估计的精确度；⑵ 曲线拟合算法的性能；⑶ 用于轮廓建模的曲线形式。基于几何特性的形状描述方法能够提供较为直接的形象感知，其表现为空间域的特性使得后续的处理变得复杂、代价大[2]。基于Fourier变换的形状描述方法将形状变换到频率域来处理，使得形状分析变得更加快捷高效。Wavelet变换理论是在窗口Fourier变换的基础上发展起来的，它更是提供天然的多分辨率表示，基于Wavelet变换的形状表示方法则提供了对形状的多尺度描述[3] [4]。

围绕第⑶方面因素，本文将通过实验对频率域特性描述子的描述性、视觉不变性和鲁棒性的对比分析，讨论两种基于频率域特性的平面闭合轮廓曲线描述方法（傅立叶描述子，Fourier Descriptor, FD和小波描述子，Wavelet Descriptor, WD）在形状分析及识别过程中的性能，并提出一种基于小波包分解的轮廓曲线描述方法（Wavelet Packet Descriptor, WPD），通过与WD的对比表明其更强的细节刻画能力。

FD和WD的描述性对比

对曲线的Fourier变换而言，系数的个数是无限的，但是数字图像目标形状的轮廓是有限点集，我们不可能用一个无限的对象来对应一个有限的对象，因此导致了Fourier系数的截取问题，系数的截取代表了信息的损失。

实验结果如图1所示，对德国豹式II主战坦克的原始轮廓的基于等弧长的二次采样点个，对于Fourier系数的截取，当时，FD对曲线的重建能够比较有效地反映原始曲线的形状。通常情况下，针对不同的应用，如果目标轮廓曲线比较平滑，则的取值可以小些；如果曲线复杂细致，则的取值应该大些，甚至可以大于。

WD的描述性除了与图像目标形状的采样有关外，还与参数最粗尺度与截断系数有关。根据离散小波变换，采样点为的源信号被分解成个高频部分的系数和个低频部分的系数，此时造成信息冗余[5]。采用间隔抽取，即使截断系数，WD的系数个数也不会超过原始轮廓的采样点数。

最粗尺度决定小波分解的层数，直接关系着计算量；截断系数则决定着舍弃细节的程度，如果过大，则会造成细节的过度丢失，如果太小，则WD系数的个数又太多。因此就有着两方面的权衡问题。

轮郭作为物体的边界信息，直接反映着人类视觉系统对物体形状的认知，但机器视觉对轮郭的处理却是极其困难的。本文探讨了图像目标轮郭的基于频率域特性的描述和处理方法。通过对轮郭曲线的基于Fourier变换和基于Wavelet变换的描述方法的分析和对比，评价了这两种方法优缺点。最后，给出了一种基于小波包分解的轮郭描述方法，通过与WD的对比，我们发现该方法对于对轮郭局部细节的刻画能力更强，适于形状边界信息复杂的目标识别。

参考文献：

1. Ramesh Jain, R. Kasturi, and B. G. Schunck. Machine Vision[M]. McGraw-Hill, USA. 1995
2. Milan Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle. Image Processing, Analysis, and Machine Vision[M], 2nd Edition. Thomson Learning and PT Press. 1999
3. Guangyi Chen and Tien D. Bui. Invariant Fourier-wavelet descriptor for pattern recognition[J]. Pattern Recognition. 1999, 32:1083~1088
4. H. Drolon, F. Druaux and A. Faure. Particles shape analysis and classification using the wavelet transform[J]. Pattern Recognition Letters. 2000, 21:473~482
5. Gene C. H. Chuang and C. C. Jay Kuo. Wavelet Descriptor of Planar Curves: Theory and Applications[J]. IEEE Transactions on Image Processing. 1996, 5(1):56-70
6. 杨翔英, 章毓晋. 小波轮廓描述符及在图象查询中的应用[J]. 计算机学报. 1999, 22(7):752~757
7. Hui-Min Zhang, et al. Locating The Starting Point Of Closed Contour Based On Half-Axes-Angle[C]. The Third International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Shanghai, 2004: 3899-3903