

# 基于矩形扩张的 ROI 区域标记算法

徐波<sup>1</sup> 李坤<sup>2</sup>

## 摘要

为了满足实时性的要求,在运动目标检测与跟踪领域引入感兴趣区域(Region of Interest, ROI)的概念,提出了基于矩形扩张的 ROI 区域标记算法. 通过与传统算法比较发现,矩形扩张算法具有较高的效率和准确度. 实现结果表明:矩形扩张算法能够快速准确地对二值图像中的运动目标区域进行标记,实现运动目标与复杂背景的分离,进而提高运动目标跟踪的效率.

## 关键词

感兴趣区域;二值图像;矩形扩张;主动轮廓

中图分类号 TP399

文献标志码 A

## 0 引言

### Introduction

ROI (Region of Interest) 区域标记是运动目标检测与跟踪系统的重要组成部分,它是对运动目标跟踪的预处理. 对于整幅图像来说,如果图像中只有一个运动目标,那么标记完成就实现了目标的跟踪;如果图像中有多个目标但是只跟踪其中的单一目标,或者对整幅图像中的多目标实现跟踪处理,那么 ROI 的标记可以缩小目标跟踪的搜索范围. 因此,在进行目标的匹配跟踪过程中,只需在指定的 ROI 区域搜索即可,大大减少了搜索的范围. 这种思想对于实时系统的实现起到至关重要的作用.

本文把 ROI 区域应用于运动目标检测与跟踪领域,主要研究如何对图像中的 ROI 区域,本文算法不考虑两个目标的分割问题,而只是简单地把两个或者多个运动目标区域用一个矩形框框住,实现目标与背景的分离.

## 1 算法的思想来源

### Origin of ROI labelling algorithm

本文在主动轮廓算法基础上,提出了一种 ROI 区域标记的矩形扩张的算法. 图 1a 为文献[1]所得到的实验结果,图 1b 为文献[2]的实验结果. 由图 1 可以看出,目标轮廓通过收缩的方式得到的,称之为收缩式主动轮廓. 图 2 为文献[3]的实验结果,该目标的轮廓是通过外扩的方式得到,称之为外扩式主动轮廓. 从图 1 和图 2 可以看出,主动轮廓算法的实验结果最终都是把目标从复杂的背景中分离出来.

图 3 为交通场景下的二值图像. 其中图 3a 为 CCD 摄像机获取的一帧图像,图 3b 为该帧图像与背景帧图像的差分二值图像. 图 3b 中每一个白块对应图 3a 上的一辆运动的汽车,本文称这样一个白色斑块为 ROI 区域. 现在要解决的问题就是在二值图像(图 3b)上将每个白色斑块用其外接矩形框框住,从而得到运动区域的起始像素点以及运动区域大概范围等信息.

通过对图 1 和图 2 的感性认识并结合图 3 可知:对交通场景中的二值图像也可采取类似主动轮廓的方式标记其中的 ROI 区域且算法的时间复杂度不大. 理由如下:

1) 交通场景的图像是二值图像,只存在运动区域和背景区域,不

收稿日期 2010-05-04

资助项目 南京林业大学科研发展基金(X08-300-1)

## 作者简介

徐波,男,硕士,工程师,研究方向为网络安全与图像处理. xubo2000@sina.com

1 南京林业大学 网络中心,南京,210037

2 中国科技大学 信息科学技术学院,合肥,230022

存在复杂的背景干扰问题;

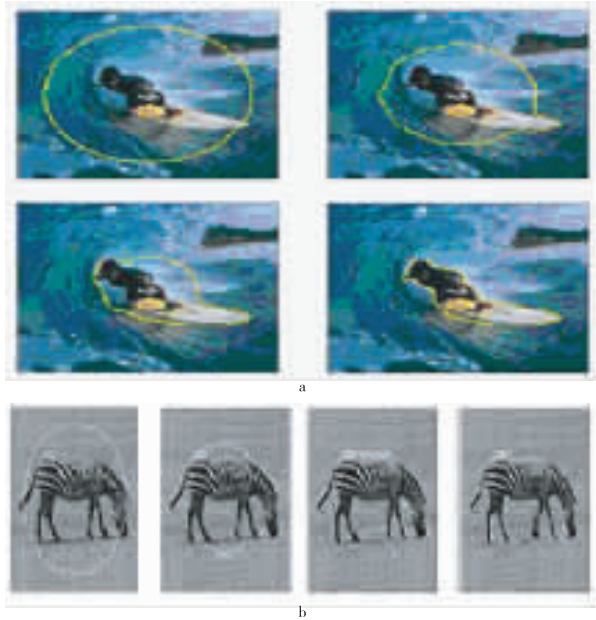


图 1 收缩式主动轮廓  
Fig. 1 Contractive active contours

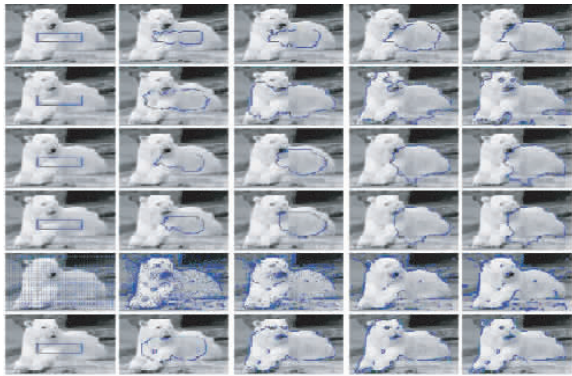


图 2 外扩式主动轮廓  
Fig. 2 Expansive active contours



图 3 交通场景  
Fig. 3 Traffic scene

2) 图 1 和图 2 中的主动轮廓算法需要得到目标区域的准确轮廓曲线,而这里只需要获得 ROI 区域的外接矩形,所以也简化算法的复杂度;

3) 经过形态学滤波的二值图像不存在孤立噪声点的干扰,仅包含运动区域,这样会减少伪 ROI 区域的干扰概率,提高标记效率.

## 2 矩形扩张算法

### Rectangular expansion algorithm

通过图 4 可以将矩形扩张算法思想描述为:当逐行扫描到某个感兴趣区域时,先检测到的是一个白色像素点,设定矩形长度和宽度变量 ( $length = 1$ ,  $width = 1$ ),并记住起始点纵横坐标. 具体步骤如下:第 1 步,沿单像素向下扩张,这时矩形框的宽度  $width$  逐渐增大,当扩张遇到黑色像素点时则停止扩张;第 2 步,向左扩张,以  $width$  的宽度统计这一排的白色点数,只要这一排内存在白色像素,就向左扩张,同时  $length$  逐渐增大,而起始点横向坐标则逐渐减小;第 3 步,向右扩张,除了横向坐标保持不变以外,其他与第 2 步完全相同;第 4 步,统计  $length$  宽度范围内是否存在白色像素点,如果存在则向下扩张;第 5 步,转到第 2 步循环执行;第 6 步,当向下、向左和向右均不能扩张时即获得该感兴趣区域的外接矩形框;第 7 步,置该矩形框内白色点为灰色点,防止扫描图像下一行时重复标记该 ROI 区域,并根据  $width$  和  $length$  以及矩形框内白色点的总数综合判断该 ROI 区域是否为伪 ROI 区域;第 8 步,继续向下扫描寻找下一个可能的 ROI 区域,直到扫描完一帧图像为止.

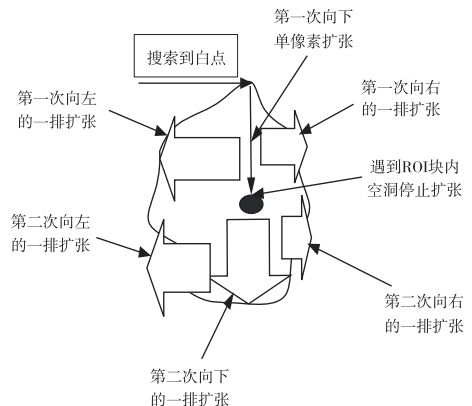


图 4 矩形扩张法示意

Fig. 4 Schematic diagram of rectangular expansion algorithm

### 3 与其他算法的比较

#### Comparison with other algorithms

实现对检测出来的运动区域套矩形框有很多种方法. 例如:  $K$  均值、ISODATA 等算法<sup>[4,5]</sup>, 它们都是模式识别中的动态聚类分析算法; 还有一种降维法<sup>[6-9]</sup>, 是对图像按行按列进行统计, 将二维图像降为一维曲线进行分析.

动态聚类分析, 算法比较成熟稳定, 分割效果也很理想, 但是算法复杂度很高<sup>[10]</sup>, 这是实时系统所不能容忍的. 主要是因为: 1) 每帧图像中的 ROI 区域数目不确定, 因为序列图像对每帧图像中包含有几个运动区域没有先验知识, 这必然导致在动态聚类分析中存在区域的合并和分离, 从而增加扫描图像的次数, 增加算法运行时间开销; 2) 不管运用  $K$  均值法还是 ISODATA 算法都需要一种判别准则, 而由于图像数据本身就很大, 使得总的判别准则计算量大幅度上升, 这显然不符合实时系统要求<sup>[11-12]</sup>.

而对于降维法, 虽然一帧图像的扫描次数只需要两遍, 但是划分不够准确, 出现伪 ROI 区域的概率增多, 判别是否为伪 ROI 区域也必然是个很大的资源浪费; 而且降维法也很难准确地对运动目标精确套外接矩形框, 因为只要有一个噪声点就会导致矩形框停止收缩, 这样便会增大了 ROI 区域, 进而也会降低后续跟踪搜索的效率.

基于二值图像的矩形扩张算法却不存在上述问题. 首先, 该算法只需要扫描图像一遍即可完成所有 ROI 区域的准确标记; 其次, 该算法不会出现降维法中大量的伪 ROI 区域, 少数噪声干扰形成的伪 ROI 区域在标记过程中就可以消除. 所以, 矩形扩张算法的效率和准确度均较高.

### 4 实验结果分析

#### Results and analysis

矩形扩张算法在扫描完一帧图像后即可得到所有 ROI 区域的起始点、长度、宽度, 实现 ROI 准确标记. 图 5 和图 6 为 ROI 区域标记后的交通场景图像.

从图 5 和图 6 可以看出, ROI 区域得到了准确的标记. 图 5a 中每一个运动车辆对应图 5b 中一个 ROI 区域, 这对于后续目标的跟踪来说只需简单地比较前后帧位置相关信息, 即可实现准确跟踪. 因为同一运动物体在后一帧图像中的位置相对前一帧来说位移量不大, 可以采取“靠近原则”建立前后两帧图像中运动目标的对应关系. 但图 6 中目标的跟踪

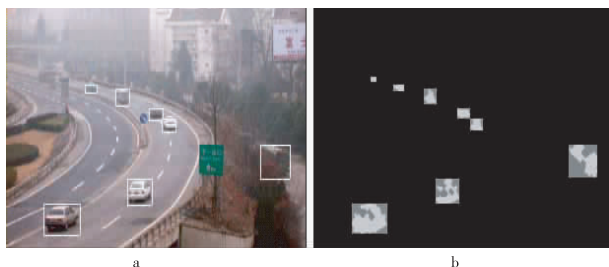


图 5 ROI 标记后的交通场景(无遮挡)

Fig. 5 Traffic scene after ROI labelling (no shading)



图 6 ROI 标记后的交通场景图(存在部分遮挡)

Fig. 6 Traffic scene after ROI labelling (part shading)

就不像图 5 那么简单, 从图 6a 的标记 1 和图 6b 图像的标记 2 中可以看出两个运动目标出现在同一个 ROI 区域中, 这是因为这两个运动目标出现互相遮挡. 由于在城市交通环境下车流量较大, 且车辆行驶速度缓慢, 又由于部分短暂停车现象也影响到背景的更新准确度, 所以一个 ROI 区域出现两个或多个运动目标是很常见的. 图 7 为复杂交通场景下连续两帧图像的 ROI 区域标记效果图.



图 7 复杂交通场景下的 ROI 区域标记

Fig. 7 ROI labelling in complex traffic scene

从图 7 中可以看出, 其中的 ROI 区域有些存在单个运动目标, 有些存在两个或更多的运动目标, 但是在基于矩形扩张算法的 ROI 区域标记过程中却只能把它们简单地划分为一个 ROI 区域. 这就需要通过一定的跟踪算法实现一个 ROI 区域中多目标的分离, 从而实现多目标的准确跟踪. 因此 ROI 区域标记算法是运动目标跟踪算法的预处理, 并不能实现多

目标的准确跟踪,但是能够将目标从背景中分离出来,进而提高跟踪的效率.

## 5 结束语

### Concluding remarks

基于矩形扩张的 ROI 区域标记算法能够快速准确地标记出运动目标区域,从而将运动的前景与静止的背景分离,减少在多目标跟踪阶段背景对前景的干扰.虽然经过标记后某些 ROI 区域出现两个或多个运动目标的情况,但是这完全满足系统对多目标跟踪预处理的要求,在后续的跟踪阶段只须考虑遮挡问题即可实现多目标的准确跟踪.

## 参考文献

### References

- [ 1 ] Michailovich O, Rathi Y, Tannenbaum Segmenting images on tensor manifolds[ R ]. In Proceedings of CVPR, 2007
- [ 2 ] Sundaramoorthi G, Jackson J, Yezzi A, et al. Tracking With Sobolev Active Contours[ R ]. International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), New York, 2006
- [ 3 ] XIE Xianghua. Active contouring based on gradient vector interaction and constrained level set diffusion[ C ] // IEEE Transactions on Image Processing, 2010
- [ 4 ] 马义德,朱望飞,安世霞,等.改进的基于高斯混合模型的运动目标检测方法[ J ]. 计算机应用, 2007, 27(10): 2544-2548  
MA Yide, ZHU Wangfei, AN Shixia, et al. Improved moving objects detection method based on Gaussian mixture model[ J ]. Computer Applications, 2007, 27(10): 2544-2548
- [ 5 ] 李全民,张楚楚.自适应混合高斯背景模型的改进[ J ]. 计算机应用, 2007, 27(8): 2014-2017

- LI Quanmin, ZHANG Yunchu. Improvement on adaptive mixture Gaussian background model[ J ]. Computer Applications, 2007, 27(8): 2014-2017
- [ 6 ] 任臣,张覃平.基于 Kalman 滤波理论的运动目标检测新方法[ J ]. 光电工程, 2007, 34(4): 7-11  
REN Chen, ZHANG Qinpeng. New method for detecting of moving targets based on Kalman filter theory[ J ]. Opto-Electronic Engineering, 2007, 34(4): 7-11
- [ 7 ] 潘建寿,王琳,王宾,等.一种基于分级分块处理的背景估计算法[ J ]. 光子学报, 2005, 34(12): 1897-1900  
PAN Jianshou, WANG Lin, WANG Bin, et al. Background estimation algorithm based on multi-resolution and block[ J ]. Acta Photonica Sinica, 2005, 34(12): 1897-1900
- [ 8 ] 闻亭科技发展有限公司. TDS642EVM 多路实时图像处理平台用户使用手册[ M ]. 北京, 2007  
Wintech Digital Systems Technology Corporation. User's guide of TDS642EVM multi-channel real-time image processing platform[ M ]. Beijing, 2007
- [ 9 ] 余轶,张磊,史金飞.一种实用的 ROI 区域实时搜索方法[ J ]. 中国制造业信息化, 2007, 36(3): 72-76  
YU Yi, ZHANG Lei, SHI Jinfei. A practical method for real-time ROI searching[ J ]. MIE of China, 2007, 36(3): 72-76
- [ 10 ] 支俊.车辆检测中一种兴趣区域提取方法[ J ]. 计算机工程与设计, 2007, 28(12): 3013-3015  
ZHI Jun. Extraction of ROI in vehicle detection system[ J ]. Computer Engineering and Design, 2007, 28(12): 3013-3015
- [ 11 ] 冯军华,张荣国,王元龙,等.一种改进的快速轮廓线提取算法[ J ]. 计算机与数字工程, 2010, 38(1): 124-128  
FENG Junhua, ZHANG Rongguo, WANG Yuanlong, et al. An improved fast contour extraction algorithm[ J ]. Computer & Digital Engineering, 2010, 38(1): 124-128
- [ 12 ] 高韬,刘正光,张军,等.交通车辆轮廓跟踪算法研究及其工程应用[ J ]. 应用基础与工程科学学报, 2010, 18(2): 343-351  
GAO Tao, LIU Zhengguang, ZHANG Jun, et al. Traffic vehicle contour tracking and its engineering application[ J ]. Journal of Basic Science and Engineering, 2010, 18(2): 343-351

# ROI labeling algorithm based on rectangular expansion

XU Bo<sup>1</sup> LI Kun<sup>2</sup>

1 Network Center, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037

2 School of Information Science and Technology, University of Science and Technology of China, Hefei 230022

**Abstract** This paper introduces the idea of ROI (Region of Interest) to moving target detection and tracking research, and proposes the ROI labelling algorithm based on rectangular expansion. The algorithm can label moving targets in binary image quickly and accurately, thus separates moving targets from complex background effectively and improves the efficiency of moving target tracking. Comparison between this ROI labelling algorithm and traditional dynamic clustering algorithm shows that the former can label moving targets with less time complexity and higher efficiency.

**Key words** ROI; binary image; rectangular expansion; active contours