



国防科技图书出版基金

视频目标跟踪方法

Video Object Tracking Method

■ 查宇飞 毕笃彦 杨源 鞠明 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press



国防科技图书出版基金

视频目标跟踪方法

Video Object Tracking Method

查宇飞 毕笃彦 杨源 鞠明 著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

视频目标跟踪方法 / 查宇飞等著. —北京: 国防工业出版社, 2015. 7

ISBN 978 - 7 - 118 - 10235 - 2

I. ①视... II. ①查... III. ①计算机视觉 - 目标跟踪 - 研究 IV. ①TP302. 7②TN953

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 155998 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880 × 1230 1/32 插页 11 印张 11 $\frac{3}{4}$ 字数 319 千字

2015 年 7 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 60.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

致 读 者

本书由国防科技图书出版基金资助出版。

国防科技图书出版工作是国防科技事业的一个重要方面。优秀的国防科技图书既是国防科技成果的一部分,又是国防科技水平的重要标志。为了促进国防科技和武器装备建设事业的发展,加强社会主义物质文明和精神文明建设,培养优秀科技人才,确保国防科技优秀图书的出版,原国防科工委于1988年初决定每年拨出专款,设立国防科技图书出版基金,成立评审委员会,扶持、审定出版国防科技优秀图书。

国防科技图书出版基金资助的对象是:

1. 在国防科学技术领域中,学术水平高,内容有创见,在学科上居领先地位的基础科学理论图书;在工程技术理论方面有突破的应用科学专著。
2. 学术思想新颖,内容具体、实用,对国防科技和武器装备发展具有较大推动作用的专著;密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的高新技术内容的专著。
3. 有重要发展前景和有重大开拓使用价值,密切结合国防现代化和武器装备现代化需要的新工艺、新材料内容的专著。
4. 填补目前我国科技领域空白并具有军事应用前景的薄弱学科和边缘学科的科技图书。

国防科技图书出版基金评审委员会在总装备部的领导下开展工作,负责掌握出版基金的使用方向,评审受理的图书选题,决定资助的图书选题和资助金额,以及决定中断或取消资助等。经评审给予资助

的图书,由总装备部国防工业出版社列选出版。

国防科技事业已经取得了举世瞩目的成就。国防科技图书承担着记载和弘扬这些成就,积累和传播科技知识的使命。在改革开放的新形势下,原国防科工委率先设立出版基金,扶持出版科技图书,这是一项具有深远意义的创举。此举势必促使国防科技图书的出版随着国防科技事业的发展更加兴旺。

设立出版基金是一件新生事物,是对出版工作的一项改革。因而,评审工作需要不断地摸索、认真地总结和及时地改进,这样,才能使有限的基金发挥出巨大的效能。评审工作更需要国防科技和武器装备建设战线广大科技工作者、专家、教授,以及社会各界朋友的热情支持。

让我们携起手来,为祖国昌盛、科技腾飞、出版繁荣而共同奋斗!

国防科技图书出版基金
评审委员会

国防科技图书出版基金 第七届评审委员会组成人员

主任委员	潘银喜			
副主任委员	吴有生	傅兴男	杨崇新	
秘书长	杨崇新			
副秘书长	邢海鹰	谢晓阳		
委员	才鸿年	马伟明	王小谟	王群书
(按姓氏笔画排序)	甘茂治	甘晓华	卢秉恒	巩水利
	刘泽金	孙秀冬	芮筱亭	李言荣
	李德仁	李德毅	杨伟	肖志力
	吴宏鑫	张文栋	张信威	陆军
	陈良惠	房建成	赵万生	赵凤起
	郭云飞	唐志共	陶西平	韩祖南
	傅惠民	魏炳波		

前 言

视频目标跟踪主要研究如何利用计算机自动跟踪视频中的运动目标。首先通过提取目标的运动、颜色、纹理、形状等特征,同时考虑背景的灰度、结构和统计等特征,构造目标与背景的数学模型及其度量方式,然后设计匹配策略和判别准则,最终实现对目标的检测、定位和跟踪。该技术已成为自动化控制、计算机视觉、智能信息处理等学科的重要研究内容,其研究成果可成功应用于智能武器、情报侦察、安全监控、医疗诊断、影视娱乐、自动化生产等领域,对加快科技发展,促进社会生产力提高具有重要意义。

本书首先对视频目标跟踪的研究现状进行了全面分析,建立了目标跟踪的系统流程,然后分别从运动目标检测、目标特征提取,生成式和判别式目标模型、目标跟踪等方面进行了研究,给出了相关算法及其实验结果。全书共分为8章。第1章综述,介绍了视频目标跟踪的意义和作用,描述了视频目标跟踪的系统构成,从数学上对跟踪问题进行描述,接着分别从目标特征提取、目标检测、目标模型和目标搜索4个方面对相关方法进行了简要介绍。第2章基于背景模型的目标检测,利用高斯混合模型、核密度等方法描述视频中背景在时间轴上的一致性,实现对运动目标的鲁棒检测和跟踪。另外,考虑到背景中周期性运动物体、运动目标阴影和光线突变等引起的误检测问题,提出了有效的解决方法。第3章主要从全局特征、局部特征和运动特征3个方面,对目标跟踪中所涉及的特征进行了综述。第4章和第5章分别从生成式模型和判别式模型的角度,介绍了相关的目标跟踪方法。第6章基于粒子滤波的跟踪方法,描述了基于颜色特征、梯度特征、增量空间特征的粒子滤波跟踪算法,实现了复杂背景下目标的鲁棒跟踪;同时还描述了一种新颖的嵌入瀑布式粒子滤波框架的活动基模型跟踪算法,该

方法能够适应目标及背景的动态变化,包括目标形状和尺度的变化、光照条件的变化、部分遮挡等,实现静止或运动背景下、非刚体运动目标的跟踪。第7章基于均值移动的跟踪技术,将目标的空域信息融入到目标的直方图中,同时利用 Gabor-LBP 来描述目标的纹理信息,实现对目标的鲁棒跟踪。此外,将均值移动和粒子滤波有效地结合起来,提高跟踪精度。第8章基于水平集的跟踪技术,将目标的跟踪模型与基于区域的主动轮廓模型建立对应关系,构造能量函数,通过水平集最小化能量,实现了对运动目标拓扑形变的自适应跟踪;为了提高非刚性目标跟踪算法的鲁棒性,采用局部边缘特征对目标建模,结合 MSERs 快速检测算法,描述了一种最稳定极值区域提取与水平集分割相结合的跟踪算法;还描述了一种基于边缘片断特征嵌入水平集分割的跟踪方法,提高了对非刚体目标的跟踪精度。

本书是课题组多年来的研究成果和结晶,前后有十多名硕士、博士和教员参加了视频目标跟踪的研究。全书由毕笃彦和查宇飞负责拟定大纲和全书的统稿、定稿工作,第1章由毕笃彦编写,第2章、第3章、第6章由查宇飞编写,第4章和第5章由杨源编写,第7章和第8章由鞠明编写。另外,课题组许悦雷、熊磊、马时平等也参与了协助编写。与侯志强教授的探讨使作者受益匪浅,感谢他对我们的热情帮助。

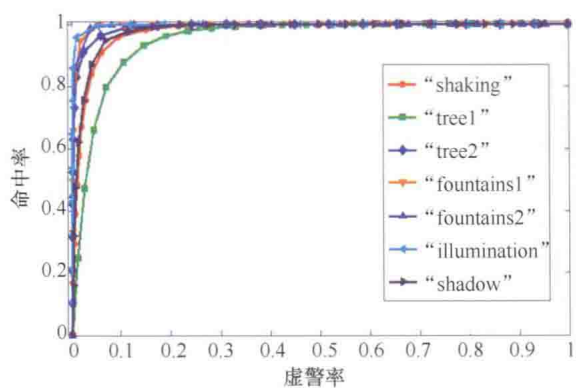
在本书的编写过程中,参阅了国内外大量的文献资料,在此对这些文献资料的作者表示衷心的感谢。

本书所涉及的研究内容是在国家自然科学基金项目(编号:6120239,6120368),陕西省基金(编号:2012JQ8034),航空基金(20131996013),博士后基金(编号:2012TS0879,2012M512144,2013T60926)资助和支持下完成的;本书的出版得到了国防科技图书出版基金资助。在此一并表示衷心的感谢。

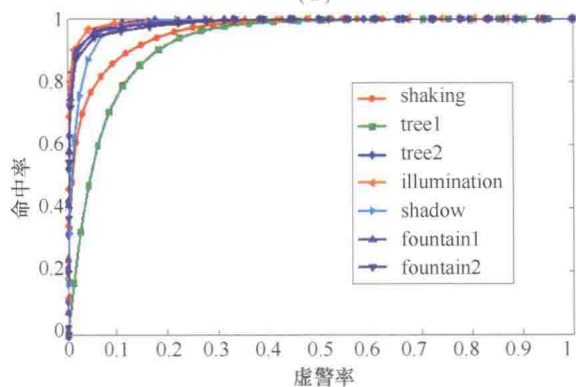
由于作者水平所限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

作者

2014年8月于西安



(a)



(b)

图 2.21 ROC 曲线
(a) 训练过程; (b) 测试过程。

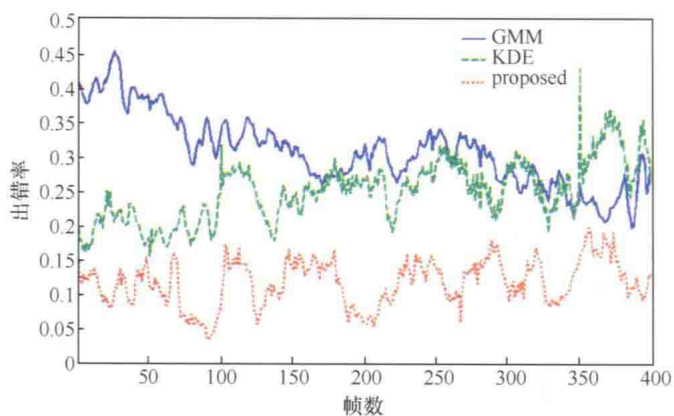


图 2.24 不同检测方法的总错误率

视频名字	Highway I	Highway II	Campus	Laboratory	Intelligent Room
视频					
标注数据					
场景类型	室外	室外	室外	室内	室内
阴影强度	中	强	弱	很弱	弱

图 2.33 实验数据

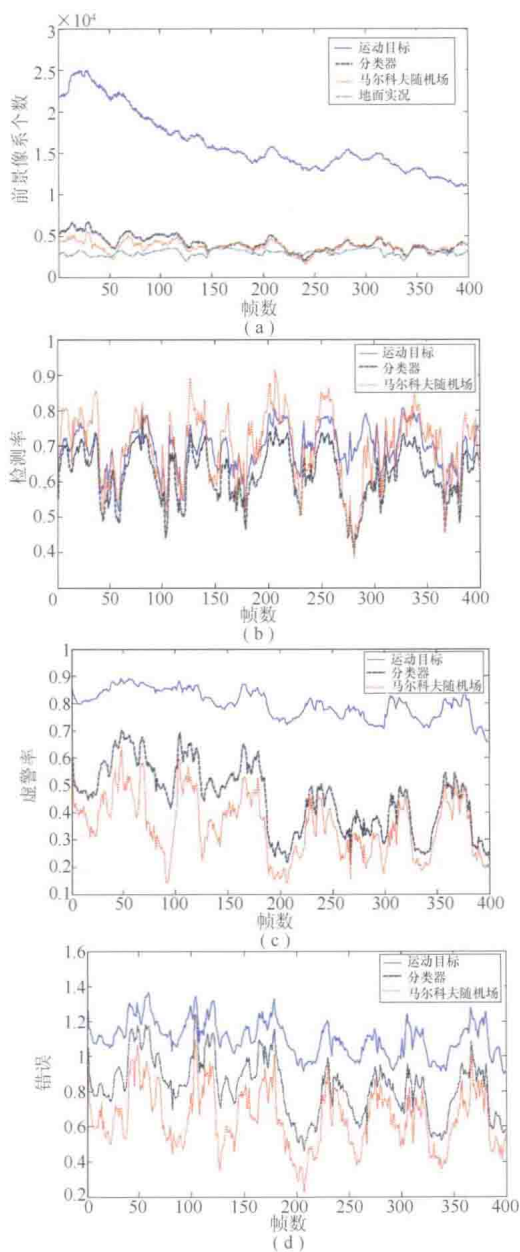


图 2.22 指标性能

(a)前景像素个数；(b)检测率；(c)虚警率；(d)总误差。

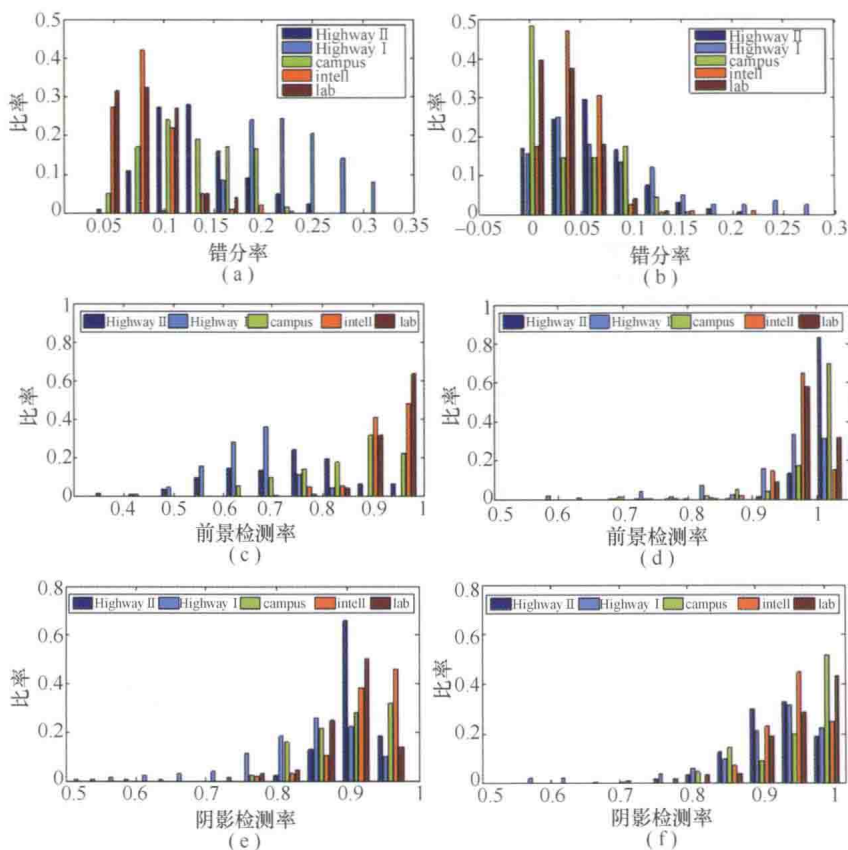


图 2.36 在线 AdaBoost 和马尔可夫随机场的性能分析

- (a) 在线 Boosting 处理后的错分率直方图；(b) MRF 后的错分率直方图；
 (c) 在线 Boosting 后的前景检测率直方图；(d) MRF 后的前景检测率直方图；
 (e) 在线 Boosting 后的阴影检测率直方图；(f) MRF 后的阴影检测率直方图。

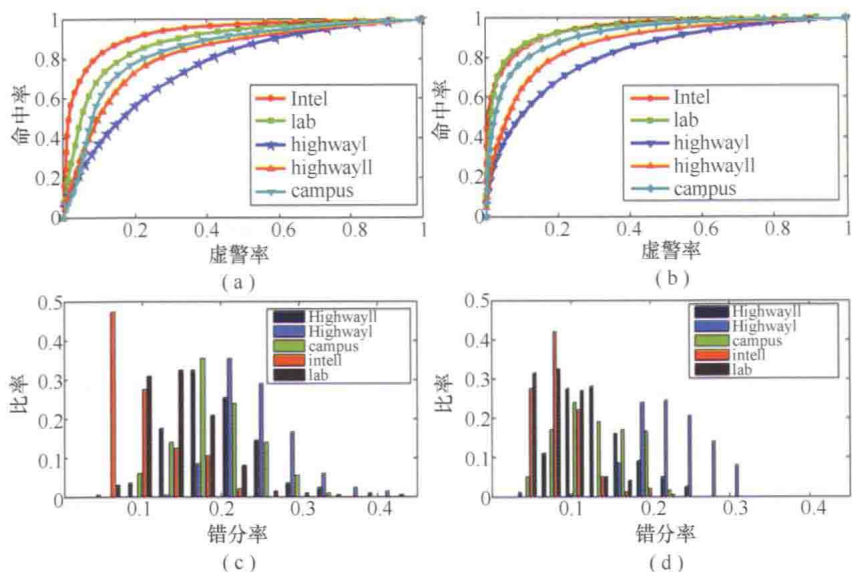


图 2.35 离线算法与在线算法的性能比较

(a) 离线 Boosting 的 ROC 曲线; (b) 在线 Boosting 的 ROC 曲线;
 (c) 离线 Boosting 错分率直方图; (d) 在线 Boosting 错分率直方图。

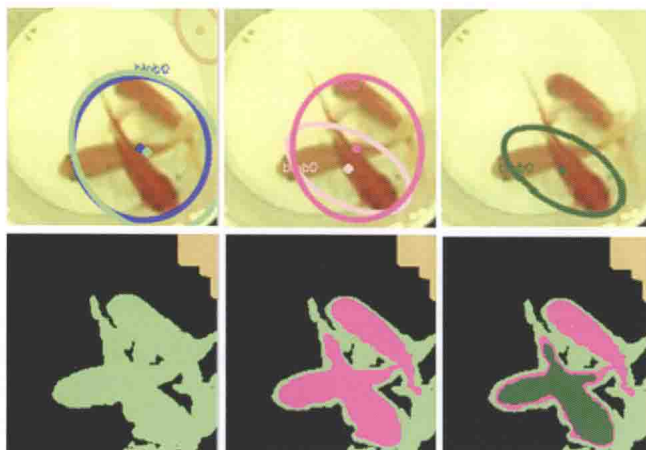


图 3.16 最稳定极值区域提取结果(从左到右最稳定极值区域阈值逐渐增大,上面是椭圆拟合结果,下面是对应的极值区域)

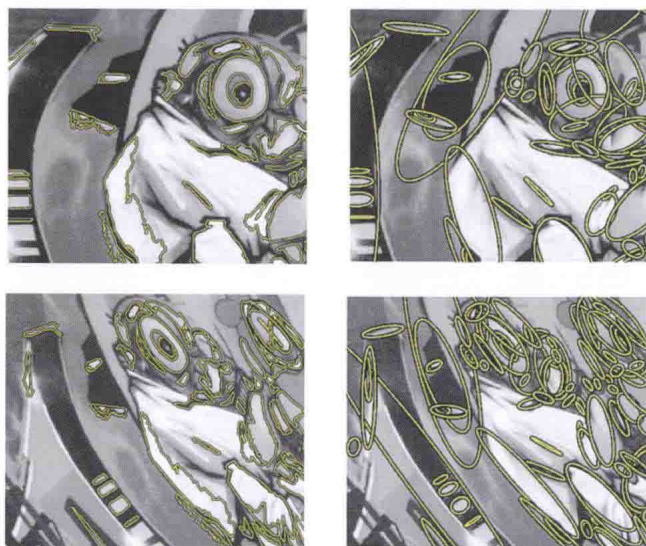


图 3.18 经过椭圆形调整之后的 MSERs^[42]

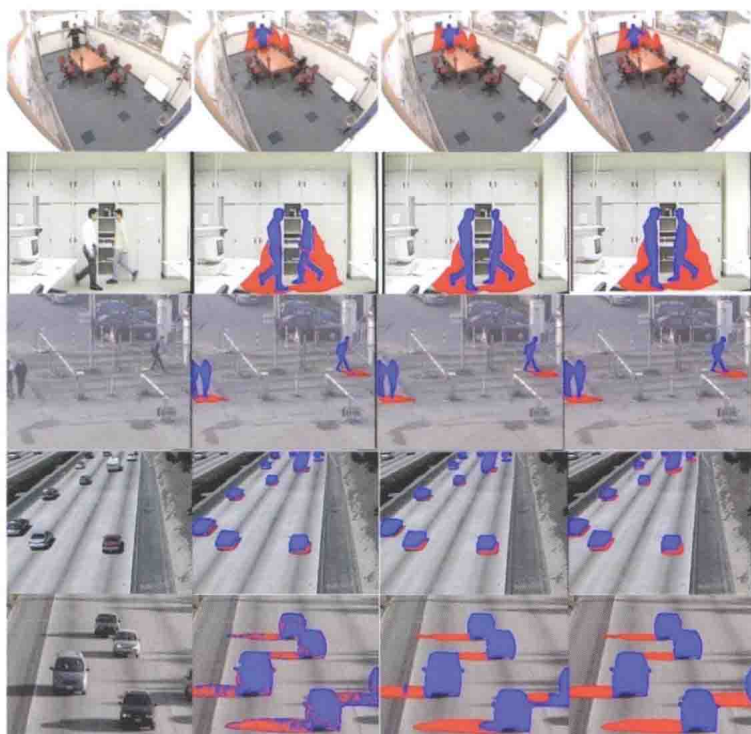
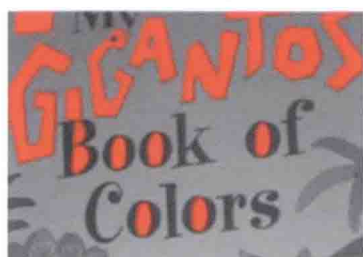
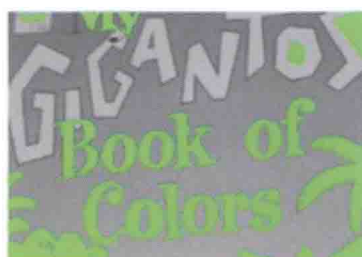


图 2.37 检测结果



(a)



(b)

图 3.13 输入图像检测到的 MSERs

- (a) 红色区域标识内部像素灰度大于其外边界像素灰度的最稳定极值区域；
- (b) 绿色区域标识内部像素灰度低于其外边界像素灰度的最稳定极值区域。

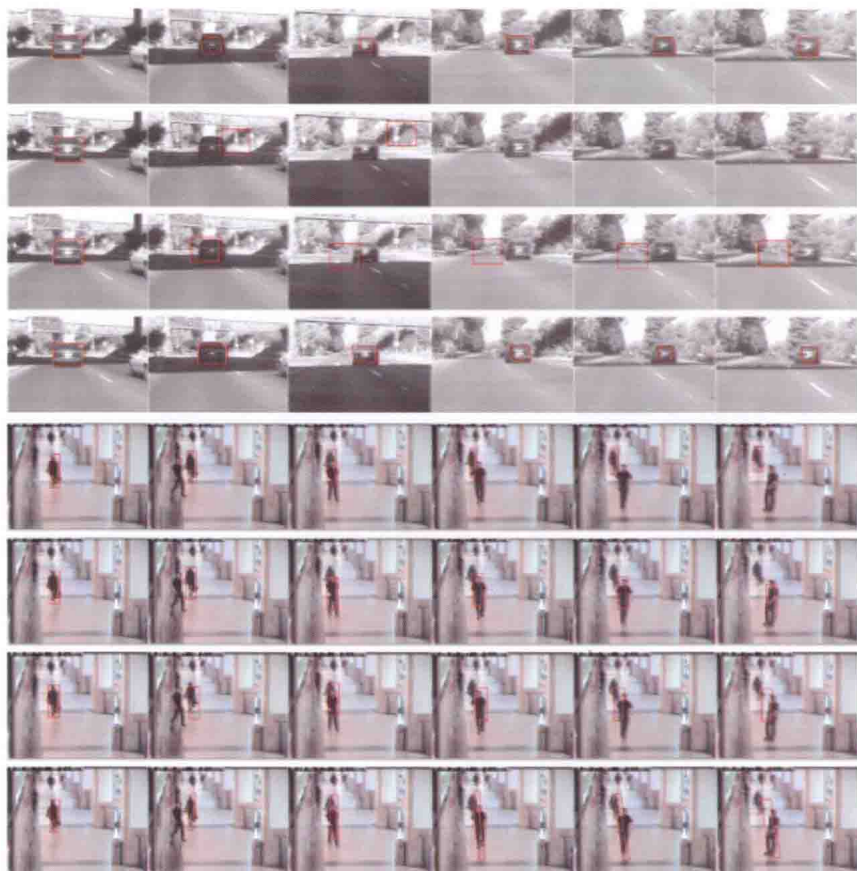


图 4.4 基于 ℓ_1 范数最小化算法的跟踪结果



图 4.1 基于增量量子空间学习算法的跟踪结果

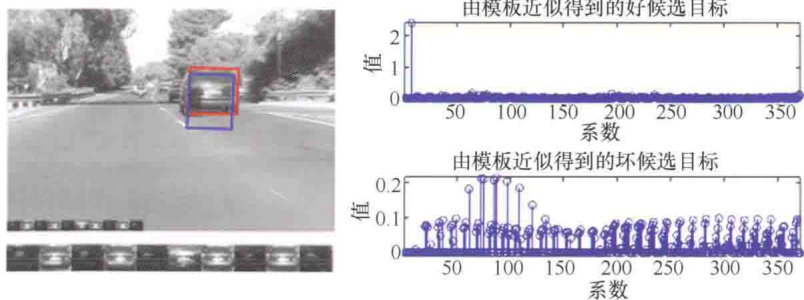


图 4.3 候选目标及其稀疏表示系数