

Journal of Image
and Graphics

中国图象图形学报



ISSN1006-8961
CN11-3758/TB

2013 **6**
Vol.1 No.

中国科学院遥感应用研究所
中国图象图形学学会主办
北京应用物理与计算数学研究所

中国图象图形学报

Zhongguo Tuxiang Tuxing Xuebao

2013 年 6 月 第 18 卷 第 6 期(总第 206 期)

目 次

综述

利用块效应特征的 JPEG 图像盲取证研究进展 赵洁, 郭继昌, 张艳(613)

图像处理和编码

可信度双三次插值的 PMD 距离信息和 RGB 图像数据融合 ... 胡良梅, 王竹萌, 高隼, 张旭东, 吴国松(621)

分数阶微分的 CIE $L^*a^*b^*$ 颜色空间边缘检测 汤慧梅, 赵跃进(628)

图像分析和识别

频谱预处理模糊运动方向鉴别的改进算法 孔勇奇, 卢敏, 潘志庚(637)

基于视频动态纹理的火灾检测 邵婧, 王冠香, 郭蔚(647)

医学图像处理

旋转不变的 X 线图像相关度拼接 赵宏, 赵凯, 江春花, 康雁(654)

心肌灌注核磁共振图像的非刚性配准 王建, 潘静薇, 杨新(661)

遥感图像处理

空间约束的无人机影像 SURF 特征点匹配 韩天庆, 赵银娣, 刘善磊, 白杨(669)

支持向量机和水平集的高分辨率遥感图像河流检测 于晓升, 吴成东, 陈东岳, 田子恒(677)

地理信息技术

影响域渐进扩展的居民地增量综合 许俊奎, 武芳(685)

“第 16 届全国图象图形学学术会议”专栏

场景切换视频自适应帧间码率控制 方志军, 高永彬, 舒雷, 袁非牛, 杨勇(692)

适用于 PACS 系统的医学图像近无损压缩 李萍, 蒋慧琴, 杨晓鹏, 刘玉敏(699)

用于视觉词语生成的概率预测器 史淼晶, 徐蕊鑫, 许超(706)

多特征融合的人体目标再识别 范彩霞, 朱虹, 蔺广逢, 罗磊(711)

G^2 连续的低次避障代数样条曲线 陈军(718)

自适应多特征融合的真实感地形快速绘制 曾艳阳, 康凤举, 杨惠珍(724)

第九届和谐人机环境联合学术会议(HHME2013)征稿通知 (730)

Journal of Image and Graphics

(Monthly, Started in 1996)

Vol. 18 No. 6 June 2013

Contents

Review

Survey: blind forensic of JPEG forgeries based on blocking artifacts Zhao Jie, Guo Jichang, Zhang Yan(613)

Image Processing and Coding

PMD distance information and high resolution RGB image data fusion based on bicubic interpolation with credibility
..... Hu Liangmei, Wang Zhumeng, Gao Jun, Zhang Xudong, Wu Guosong(621)

Edge detection in CIE L*a*b* based on fractional differential Tang Huimei, Zhao Yuejin(628)

Image Analysis and Recognition

Motion blur direction detection based on pre-processing of spectrum image Kong Yongqi, Lu Min, Pan Zhigeng(637)

Fire detection based on video dynamic texture Shao Jing, Wang Guanxiang, Guo Wei(647)

Medical Image Processing

X-ray image mosaic based on rotation invariant correlation Zhao Hong, Zhao Kai, Jiang Chunhua, Kang Yan(654)

Non-rigid registration for myocardial perfusion MR image Wang Jian, Pan Jingwei, Yang Xin(661)

Remote Sensing Image Processing

Spatially constrained SURF feature point matching for UAV images Han Tianqing, Zhao Yindi, Liu Shanlei, Bai Yang(669)

Using support vector machine and level set for river detection in high resolution remote sensing image
..... Yu Xiaosheng, Wu Chengdong, Chen Dongyue, Tian Ziheng(677)

Geoinformatics

Expanding the influencing domain gradually for incremental generalization of settlement Xu Junkui, Wu Fang(685)

Issum of the 16th National Conference on Image and Graphics

Adaptive frame-layer rate control in scene change video Fang Zhijun, Gao Yongbin, Shu Lei, Yuan Feiniu, Yang Yong(692)

Near-lossless compression for medical image in PACS Li Ping, Jiang Huiqin, Yang Xiaopeng, Liu Yumin(699)

Probabilistic predictor for fast visual word generation Shi Miaojing, Xu Ruixin, Xu Chao(706)

Person re-identification based on multi-features Fan Caixia, Zhu Hong, Lin Guangfeng, Luo Lei(711)

Construction of low degree algebraic spline curve with G^2 continuity to avoid obstacles Chen Jun(718)

Fast rendering of realistic terrain based on adaptive multiple features fusion Zeng Yanyang, Kang Fengju, Yang Huizhen(724)

中图分类号: TP394.1 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2013)06-0711-07

论文引用格式: 范彩霞, 朱虹, 蔺广逢, 罗磊. 多特征融合的人体目标再识别[J]. 中国图象图形学报, 2013, 18(6): 711-717.

多特征融合的人体目标再识别

范彩霞, 朱虹, 蔺广逢, 罗磊

西安理工大学, 西安 710048

摘要: 在非重叠的多摄像机监控系统中, 人体目标再识别是需要解决的主要问题之一。针对当前人体目标再识别使用目标的外观统计特征或者通过训练获取目标特征时存在的问题, 提出一种无需训练, 对视角、光照变化和姿态变化具有较强鲁棒性的基于多特征的人体目标再识别算法。首先根据空间直方图建立目标整体外观表现模型对目标进行粗识别, 之后将人体目标分为3部分, 忽略头部信息, 分别提取躯干和腿部的主色区域的局部颜色和形状特征, 并通过EMD(earth movers distance)距离进行目标精识别。实验结果表明, 本文算法具有较高的识别率, 且不受遮挡和背景粘连的影响。

关键词: 非重叠多摄像机; 人体目标再识别; 空间直方图; 局部特征

Person re-identification based on multi-features

Fan Caixia, Zhu Hong, Lin Guangfeng, Luo Lei

Xi'an University of Technology, Xi'an 710048, China

Abstract: In non-overlapping multi-camera surveillance systems person re-identification is one of the main issues. Aiming for person re-identification using statistical properties of the objects and features by training, we propose a method by combining global and local features to identify the same person in different images. This method does not need a training phase, and it is robust to different viewpoints, illumination changes, and varying poses. First, the object is recognized roughly by spatiograms. Then the human target is divided into three parts. By ignoring the head part, the local color and shape features of the main body, the arms and the legs are extracted. Thus, the recognition of the person is carried out according to the Earth movers distance of the local features. The experimental results show that the proposed method has a higher accuracy rate, and it is invariant to the effects of occlusion and background adhesion.

Key words: non-overlapping multi-cameras; person re-identification; spatiograms; local features

0 引言

在非重叠的多摄像机监控系统中, 确定摄像机网络中一个感兴趣的目标是否在其他摄像机中出现过称为人体目标再识别。由于在不同摄像机视域中目标受摄像机自身特性、光照条件、视角、姿态以及遮挡等因素的影响导致同一目标在不同摄像机中外

观变化较大^[1]。因此, 建立对上述影响因素具有鲁棒性的目标外观模型是需要解决的关键问题之一。

目前, 建立目标外观模型的研究可分为两类, 一类是使用颜色或形状等目标外观的统计特征描述, 例如, 文献[2]通过建立与空间相关的HSV颜色直方图进行目标识别; 文献[3-4]采用图、协方差矩阵描述人体目标的局部特征来建立目标外观模型进行目标识别; 文献[5]将人体目标分为头部、躯干和腿

收稿日期: 2012-11-27; 修回日期: 2013-01-09

基金项目: 国家国际科技合作专项基金项目(2011DFR10480)

第一作者简介: 范彩霞(1981—), 女, 讲师, 西安理工大学控制理论与控制工程专业博士研究生, 主要研究方向为多摄像机联合监控。

E-mail: fcx_1981@yahoo.com.cn

部 3 部分,并通过提取各部分的 HSV 直方图、最大稳定颜色区域 (MSCR) 和重复出现的结构块 (RH-SP) 多种特征进行目标识别;文献[6-7]通过提取目标感兴趣点的局部形状特征,如 SIFT (scale-invariant feature transform) 特征、SURF (speeded-up robust features) 特征等建立目标外观模型进行目标识别。另一类则是通过训练获得具有最大区分度的特征建立目标外观表现模型,例如,文献[8]使用 AdaBoost 算法选取每个目标的 Haar-like 特征进行目标识别;文献[9]通过 AdaBoost 算法选择局部颜色和纹理特征进行目标识别;文献[10]通过局部最小平方方法将由颜色、纹理和梯度特征构成的高维信息降维后进行目标匹配;文献[11]首先采用区域协方差描述目标外观模型进行目标识别,之后再通过 Boosting 训练获取更加有效的特征来进一步提高识别效果。上述方法重点为抵抗运动目标姿态变化的影响,而未充分考虑光照变化、遮挡和背景粘连对目标识别效果的影响。

为此,提出一种整体和局部特征相结合的基于多特征的人体目标再识别方法,首先通过提取人体目标的空间直方图建立目标外观表现模型对目标进行粗识别,之后将人体目标分为头部、躯干和腿部 3 部分,分别提取躯干和腿部的局部颜色和形状特征进行目标精识别,最后将二者的识别结果进行融合,以有效地抵抗光照、姿态、视角的变化,同时可以降低目标粘连和遮挡的影响,提高目标识别率。

1 基于整体特征的目标识别

颜色直方图虽然能够表现目标的整体特征,对形变具有不变性,但是由于其完全忽略了颜色的空间结构信息降低了模型的分辨能力,而将直方图和更高阶的空间矩综合在一起的空间直方图可以保留直方图的空间信息。因此,使用二阶空间直方图来表示目标的整体色彩信息。图像 I 的二阶空间直方图可以表示为^[12]

$$S_1^{(2)}(b) = \langle n_b, \mu_b, \epsilon_b \rangle, b = 1, \dots, B \quad (1)$$

式中, B 为量化级数, n_b 为图像的量化直方图, μ_b 和 ϵ_b 分别为均值矢量和协方差矩阵。其定义为

$$n_b = \sum_{k=1}^N \delta_{kb}$$

$$\mu_b = \frac{1}{n_b} \sum_{k=1}^N x_k \delta_{kb}$$

$$\epsilon_b = \frac{1}{n_b} \sum_{k=1}^N (x_k - \mu_b)(x_k - \mu_b)^T \delta_{kb} \quad (2)$$

式中, N 为图像 I 的总像素数;如果第 k 个像素在量化级数 b 内,则 $\delta_{kb} = 1$, 否则为 0; $x_k = [x, y]$ 为像素 k 的空间坐标。

将图像转换到 HSV 空间提取其直方图,并将空间直方图进行 32bins 量化。两个空间直方图 (S, S') 的相似性可以通过两个直方图的相似性的加权和计算,即

$$\rho(S, S') = \sum_{b=1}^B \psi_b \rho_n(n_b, n'_b) \quad (3)$$

式中, $\rho_n(n_b, n'_b)$ 为两个直方图间的相似性,用 Bhattacharyya 距离计算, ψ_b 为空间相似性,可表示为

$$\psi_b = \eta \exp \left\{ -\frac{1}{2} (\mu_b - \mu'_b)^T \hat{\epsilon}_b^{-1} (\mu_b - \mu'_b) \right\} \quad (4)$$

式中, η 为高斯归一化常数, $\hat{\epsilon}_b^{-1} = (\epsilon_b^{-1} + (\epsilon'_b)^{-1})$ 。

2 基于局部特征的目标识别

2.1 目标的局部特征描述

根据人类视觉特性,人在观察景物时会首先根据颜色、纹理、轮廓等特征把所看到的景物粗略地分成几个较大的具有相同特征的区域,忽略小的细节。因此,图像的局部特征也被广泛的应用于目标识别、图像检索等领域,而且局部特征对遮挡具有一定的鲁棒性。所以,对目标局部特征的描述应该包括颜色信息和形状信息。

为了减少噪声的影响,首先对图像进行一定的平滑处理,之后在 RGB 空间通过 Mean shift 图像分割算法将人体目标分为若干个具有相似颜色的区域,目标分割可能会得到一些小区域,这些小区域可能为背景粘连、遮挡或几何形变导致的,其在目标识别过程中通常是不可靠的,为了消除这些小区域对目标外观模型的影响,得到能够表示目标的具有显著特征的局部区域,提高模型的稳定性,这里去除了区域总像素小于 30 像素的区域,得到目标主色区域。如图 1 所示。其中图 1(c) 中的绿色区域为去除的小区域。

去除小区域后,将人体目标分为头部、躯干和腿部,忽略无法给识别带来有效信息的头部区域,在躯干和腿部对提取的主色区域,采用颜色结合形状信息的描述方式来进行局部特征的描述

$$F = (\hat{C}, \lambda \hat{H}) \quad (5)$$

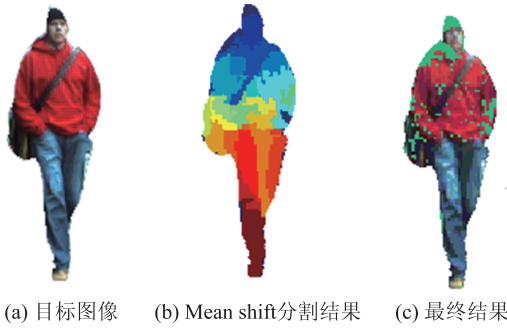


图1 目标分割结果

Fig. 1 Object segmentation results

式中, F 为颜色和形状相结合的描述, $\hat{C}$ 为归一化的颜色描述, $\hat{H}$ 为梯度方向直方图(HOG)的归一化描述, λ 为权值参数。

梯度直方图给出了目标外貌模型的结构特征,而归一化颜色描述则需要能够对环境光照的影响具有鲁棒性,为此,采用既对环境光和镜面反射具有不变性又对光源和物体几何参数具有不变性的色相直方图构造归一化的颜色描述 $\hat{C}$ 。考虑室内外环境光影响的 Shafer 双色反射模型可表示为^[13]

$$I_x^k = m^b(x) \int_{\lambda} f_k(\lambda) e(\lambda) b(\lambda, x) d\lambda + m^s(x) \int_{\lambda} f_k(\lambda) e(\lambda) d\lambda + \int_{\lambda} a(\lambda) f_k(\lambda) d\lambda \quad (6)$$

式中, $k = \{R, G, B\}$, $f_k(\lambda)$ 表示成像设备的感光函数, $e(\lambda)$ 为光源的光谱分布, $b(\lambda, x)$ 表示物体的漫反射。 m^b, m^s 表示漫反射和镜面反射的几何参数。

$$hue_x = \tan^{-1} \left(\frac{O_{1x}}{O_{2x}} \right) = \tan^{-1} \left(\frac{\sqrt{3}((b^R(x) - b^G(x)) + (b_x^R(x) - b_x^G(x)))}{(b^R(x) + b^G(x) - 2b^B(x)) + (b_x^R(x) + b_x^G(x) - 2b_x^B(x))} \right) \quad (11)$$

在得到人体目标躯干和腿部的主色区域的局部颜色和形状描述 F 后,在特征空间进行主成分分析,得到前30个特征值所对应的特征向量 V 对图像中的各个区域进行描述,结合各个区域的中心位置信息 $Cent$ 和区域大小信息 Rs 构成对图像的局部特征的描述。

2.2 目标的匹配识别

采用 EMD(earth movers distance) 交叉距离来度量提取的目标局部特征间的相似性^[15]。设 $A = \{(a_1, w_{a1}), (a_2, w_{a2}), \dots, (a_m, w_{am})\}$ 为具有 m 个聚类的图像 A 的表述形式, a_i 为聚类的描述形式, w_{ai} 为聚类的权值。 $B = \{(b_1, w_{b1}), (b_2, w_{b2}), \dots, (b_n, w_{bn})\}$ 为具有 n 个聚类的图像 B 的表述形式。 $D =$

$a(\lambda)$ 表示环境光。

假设成像设备感光函数 $f_k(\lambda)$ 为 δ 函数且在中性界面反射(NIR)模型和白光条件下,即 $e(\lambda) = e$, e 表示光源的光谱能量,则式(6)可简化为

$$I^k = em^b(x)b^k(x) + em^s(x) + a^k \quad (7)$$

对式(7)求导可去除环境光的影响

$$I_x^k = em_x^b(x)b^k(x) + em^b(x)b_x^k(x) + em_x^s(x) \quad (8)$$

为了抵抗镜面反射的影响,定义对立色^[13-14]为

$$\begin{cases} O_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}(R - G) \\ O_2 = \frac{1}{\sqrt{6}}(R + G - 2B) \end{cases} \quad (9)$$

则去除环境光影响的对立色的一阶导数 O_1, O_2 可表示为

$$\begin{cases} O_{1x} = \frac{1}{\sqrt{2}}(R_x - G_x) = \frac{1}{\sqrt{2}}(e(m_x^b(x)(b^R(x) - b^G(x))) + m^b(x)(b_x^R(x) - b_x^G(x))) \\ O_{2x} = \frac{1}{\sqrt{6}}(R_x + G_x - 2B_x) \end{cases} \quad (10)$$

可见,得到的对立色 O_{1x}, O_{2x} 对镜面反射具有不变性,但是其仍依赖于光源和物体自身反射的几何特性。根据对立色 O_{1x}, O_{2x} ,通过式(11)提取的对光照环境和物体的几何参数都具有不变性,仅与物体自身反射特性相关的色相 hue_x 来构造颜色描述 $\hat{C}$ 。

$[d_{ij}]$ 为距离矩阵,其中 d_{ij} 为聚类 a_i 和 b_j 之间的距离函数。则图像 A 和图像 B 的 EMD 距离可以定义为

$$d_{EMD}(A, B) = \min_{f_{ij}} \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij} f_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f_{ij}} \quad (12)$$

式中, f_{ij} 是 a_i 和 b_j 的运输流,且满足以下约束条件

$$\begin{aligned} f_{ij} &\geq 0, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n f_{ij} &\leq w_{ai}, i = 1, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m f_{ij} &\leq w_{bj}, j = 1, \dots, n \\ \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f_{ij} &= \min \left(\sum_{i=1}^m w_{ai}, \sum_{j=1}^n w_{bj} \right) \end{aligned} \quad (13)$$

经归一化处理,EMD 距离可以简化为

$$d_{\text{EMD}}(\mathbf{A}, \mathbf{B}) = \min_{f_{ij}} \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d_{ij} f_{ij} \quad (14)$$

相应的约束条件为

$$\begin{aligned} f_{ij} &\geq 0, i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n \\ \sum_{j=1}^n f_{ij} &= w_{ai}, i = 1, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m f_{ij} &= w_{bj}, j = 1, \dots, n \end{aligned} \quad (15)$$

人体目标的局部特征采用的表示方法为 $\mathbf{O} = \{(\mathbf{o}_1, w_{o1}), (\mathbf{o}_2, w_{o2}), \dots, (\mathbf{o}_m, w_{om})\}$, 其中 $\mathbf{o}_i$ 为由局部特征 $\mathbf{V}$ 和区域中心位置 $\mathbf{Cent}$ 构成的向量表示, w_{oi} 由区域大小信息 $\mathbf{Rs}$ 表示。 d_{ij} 通过计算不同目标区域间的欧氏距离得到。

3 实验结果及分析

在人体目标再识别中通常会有两组图像数据: 候选目标 $\mathbf{P}$ 和待识别目标 $\mathbf{Q}$ 。首先利用人体目标的整体特征进行粗识别, 之后利用提取的躯干和腿部的局部特征进行精识别, 最后将识别结果进行融合。两个目标 $\mathbf{O}_p$ 和 $\mathbf{O}_q$ 的相似性可表示为

$$S(\mathbf{O}_p, \mathbf{O}_q) = \alpha S_{\text{SH}} + \beta S_{\text{LR}} \quad (16)$$

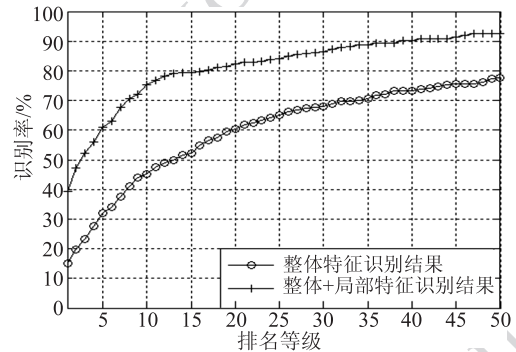
式中, S_{SH} 为目标 $\mathbf{O}_p$ 和 $\mathbf{O}_q$ 的空间直方图的相似性, S_{LR} 为目标 $\mathbf{O}_p$ 和 $\mathbf{O}_q$ 的局部特征的相似性。 α, β 为各特征的权值。经过实验设定各特征的权值为固定权值 $\alpha = 0.6, \beta = 0.4$ 。

分别在单帧数据库 VIPeR (候选目标和待识别的目标各只有一帧) 和多帧数据库 ETHZ (候选目标和待识别的目标为多帧) 中测试算法识别的有效性。实验结果通过累计匹配特征 (CMC) 曲线进行评价。 CMC 曲线是指前 n 个匹配中包含正确匹配结果的比率。

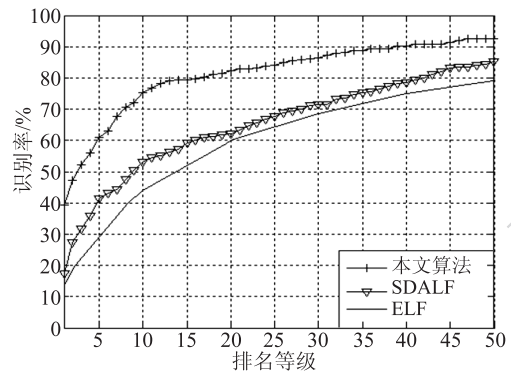
3.1 单帧数据库 VIPeR 的测试结果分析

VIPeR 数据库包含两组不同视角下的 632 个人体目标^[9]。每一组图像都是在两个不同相机 (相机 A 和相机 B)、不同视角、不同姿态和不同光照条件下获取的。将相机 A 中的目标作为候选目标, 相机 B 中的目标作为待识别目标。将 632 个人体目标随机分为 10 组, 每组包含 316 对目标, 最终得到的 CMC 曲线为 10 组 CMC 曲线的平均值, 如图 2 所示。图 2(a) 为整体特征识别结果与整体特征和局部特征相结合的识别结果比较图, 其中“排名等级”是指具有最大相似度的前 n 个目标, 识别率是指前

n 个目标中包含正确匹配结果的比率。从图 2(a) 中可以看出整体特征和局部特征相结合后本文算法的识别率有了很大的提高。图 2(b) 为本文算法与文献[5](SDALF 识别算法)、文献[9](ELF 识别算法) 的比较测试结果, 可以看出, 本文算法与 SDALF 算法和 ELF 算法相比具有较高的识别率, 在第 1 列 ELF 算法识别率不超过 20%, SDALF 算法识别率接近 20%, 而本文算法的识别率达到了 40%。而且随着排名等级的增大, 本文算法的识别率有了明显的提升。在第 15 列本文算法的识别率达到 80%, SDALF 的识别率为 58%, ELF 算法识别率为 52%。



(a) 整体特征和多特征识别结果



(b) 本文算法与文献[5, 9]方法结果比较

图 2 VIPeR 数据库实验结果

Fig. 2 The experimental results of VIPeR datasets

图 3 为本文算法的部分识别结果, 其中第 1 列为候选目标, 第 2 列为前 10 个与候选目标相似的待识别目标, 矩形框中为正确匹配的目标, 第 3 列为正确匹配的结果。在 VIPeR 数据库中错误匹配的主要原因是因为相似穿着的目标的存在 (如第 4 行和第 6 行), 此外, 较大视角的改变, 尤其是正面和背面, 也是引起错误匹配的原因 (如第 3 行)。

3.2 多帧数据库 ETHZ 的测试结果分析

ETHZ 数据库是从运动的相机中获取的, 主要是用于人体目标检测^[16]。在 ETHZ 数据库中光照

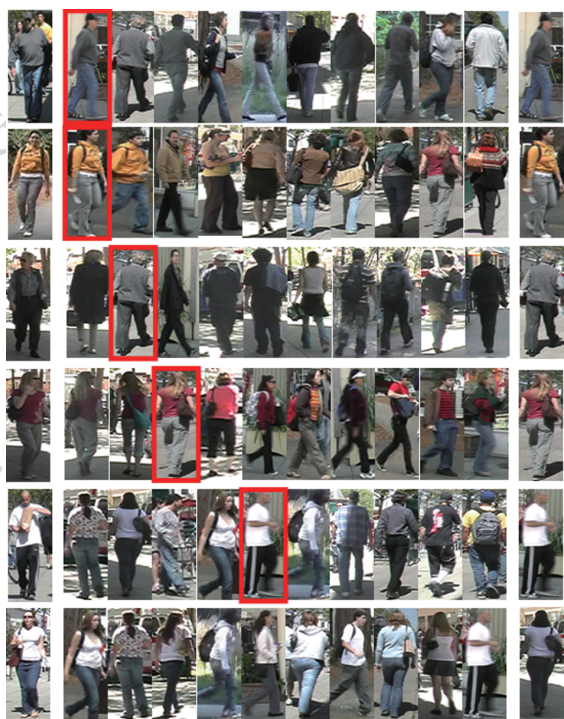


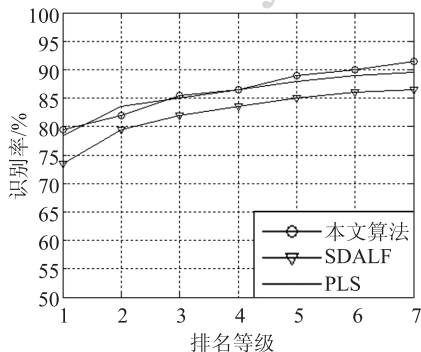
图3 VIPeR 数据库部分目标识别结果

Fig. 3 The object recognition part results of VIPeR datasets

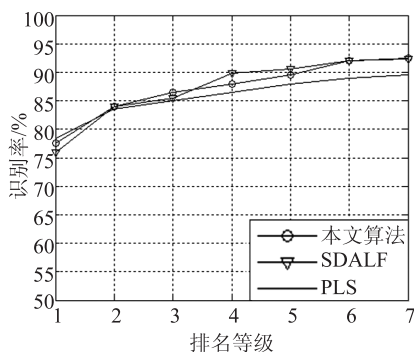
条件的改变和遮挡较严重,人体姿态的变化较小。该数据库中候选目标和待识别的目标均为多帧。

采用基于 HSV 的帧间聚类方法,得到候选目标的多幅关键帧,并比较了候选目标为 2、5 和 10 帧,待识别目标为 1 帧的结果,如图 4、图 5、图 6 所示是本文算法与文献[5]和文献[10](PLS 算法)的比较测试实验结果。从图 4—图 6 中可以看出,本文算法在 ETHZ 的 3 个序列中的识别效果均优于 PLS 算法。在 ETHZ1 及 ETHZ2 数据库中,本文算法优于 SDALF 算法,在 ETHZ3 数据库中本文算法的识别效果要低于 SDALF 算法,但是随着排名等级的增大,本文算法的识别效果有了很明显的提升。同时可以看出,采用 5 帧关键帧的人体目标再识别效果最好。

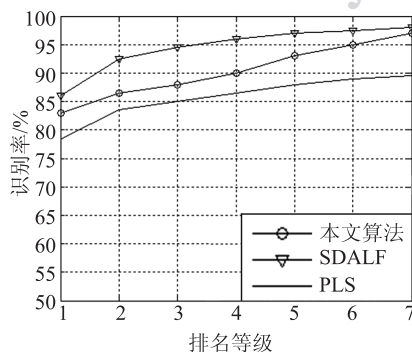
为了验证算法对目标遮挡和背景粘连的有效性,从 ETHZ 数据库选出 50 个具有遮挡和背景粘连的目标对算法进行测试,其中候选目标为 5 幅关键帧,待识别目标为单幅图像。与文献[5]的 SDALF 算法比较结果如图 7 所示,实验结果表明,本文算法不受遮挡和背景粘连的影响,具有较高的识别率。



(a) ETHZ1 实验结果



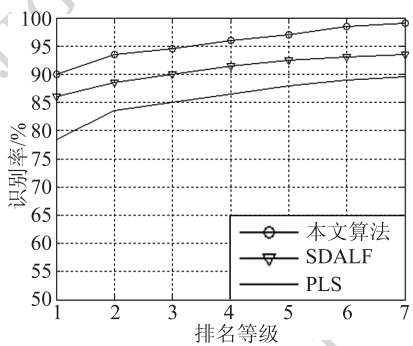
(b) ETHZ2 实验结果



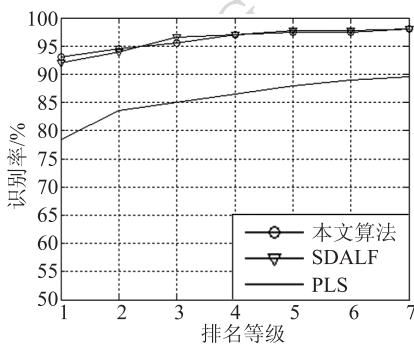
(c) ETHZ3 实验结果

图4 2 帧实验结果

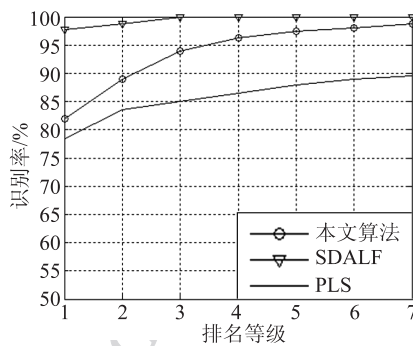
Fig. 4 Two frames experimental results



(a) ETHZ1 实验结果



(b) ETHZ2 实验结果



(c) ETHZ3 实验结果

图5 5 帧实验结果

Fig. 5 Five frames experimental results

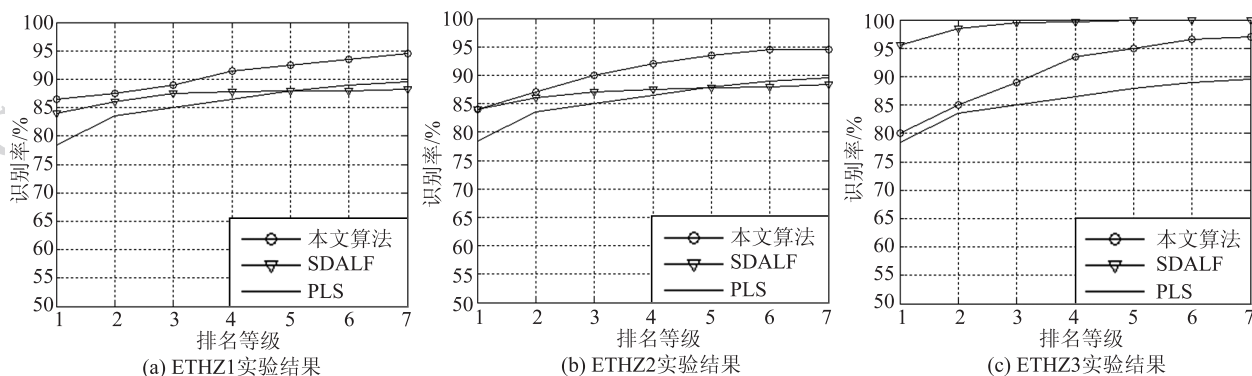


图 6 10 帧实验结果

Fig. 6 Ten frames experimental results

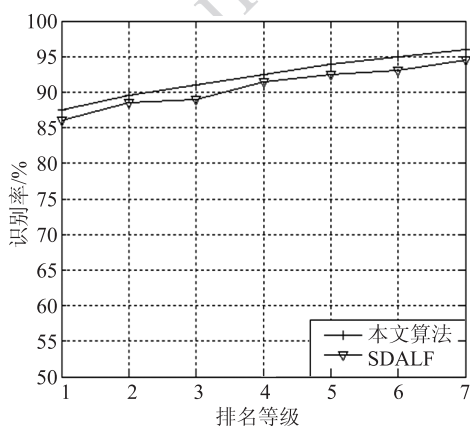


图 7 遮挡及背景粘连实验结果

Fig. 7 The experimental results of occlusion and background adhesions

通过实验发现,当人体姿态变化不大时,人体目标的外观改变较小,基于外观模型的识别率较高。但是,当人体姿态发生较大的改变时,如两个相机中目标的姿态分别为正面和背面,人体目标的外观改变较大,因为人的着装有时正背面差别较大,这种情况会导致基于外观模型的目标识别率的下降。

4 结 论

本文提出一种基于多特征的整体和局部特征相结合建立目标外观模型的人体目标再识别算法。首先通过提取目标的空间直方图进行目标粗略识别,之后分别在人体目标的躯干和腿部提取基于颜色信息和形状信息的局部特征进行目标精识别,实验结果表明,本文算法对姿态、视角、遮挡和光照具有一定的鲁棒性,可以为非重叠视域多摄像机监控系统的中的目标跟踪提供可靠的数据。联合非重叠视域

下多摄像机的拓扑关系进行目标跟踪是下一步研究的重点。

参考文献 (References)

- [1] Doretto G, Sebastian T, Tu P, et al. Appearance-based person reidentification in camera networks: problem overview and current approaches [J]. Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing, 2011, 2 (2): 127-151. [DOI: 10.1007/s12652-010-0034-y].
- [2] Cai Y, Pietikäinen M. Person re-identification based on global color context [C]//ACCV 2010 International Workshops. Berlin Heidelberg: Springer, 2011: 205-215.
- [3] Brun L, Conte D, Foggia P, et al. People re-identification by graph kernels methods [C]//Graph-Based Representations in Pattern Recognition. Berlin Heidelberg: Springer, 2011: 285-294.
- [4] Bak S, Corvee E, Bremond F, et al. Person re-identification using spatial covariance regions of human body parts [C]// Proceedings of the 7th IEEE International Conference on Advances on Video and Signal-Based Surveillance. Boston, MA, USA: IEEE Computer Society, 2010: 435-440.
- [5] Farenzena M, Bazzani L, Perian A, et al. Person re-identification by symmetry-driven accumulation of local features [C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Francisco, CA, USA: IEEE Computer Society, 2010: 2360-2367.
- [6] Aziz K E, Merad D, Fertil B. People re-identification across multiple non-overlapping cameras system by appearance classification and silhouette part segmentation [C]// Proceedings of the 8th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal-based Surveillance. Klagenfurt, Austria: IEEE Computer Society, 2011: 303-308.
- [7] Bäumel M, Stiefelhagen R. Evaluation of local features for person re-identification in image sequences [C]// Proceedings of the International Conference on Advanced Video and Signal-based Surveillance. Klagenfurt, Austria: IEEE Computer Society,

- 2011:291-296.
- [8] Bak S, Corvee E, Bremond F, et al. Person re-identification using haar-based and DCD-based signature[C]// Proceedings of the International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2010:1-8.
- [9] Gray D, Tao H. Viewpoint invariant pedestrian recognition with an ensemble of localized features[C]// Proceedings of the 10th European Conference on Computer Vision. Berlin Heidelberg: Springer, 2008:262-275.
- [10] Schwartz W R, Davis L S. Learning discriminative appearance-based models using partial least squares[C]// Computer Graphics and Image Processing. Rio de Janeiro, Brazil: IEEE Computer Society, 2009:322-329.
- [11] Hirzer M, Belezni C, Roth P M, et al. Person re-identification by descriptive and Discriminative classification [C]// Proceedings of the 17th Scandinavian Conference. Berlin Heidelberg: Springer, 2011:91-102.
- [12] Birchfield S T, Rangarajan S. Spatiograms versus histograms for region-based tracking[C]// Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Diego, California, USA: IEEE Computer Society, 2005, (2):1158-1163.
- [13] Van de Weijer J, Schmid C. Coloring local feature extraction [C]// Proceedings of the 9th European Conference on Computer Vision. Berlin Heidelberg: Springer, 2006: 334-348.
- [14] Gevers T, Smeulders A W M. Color based object recognition [J]. Pattern Recognition, 1999, 32 (3):453-464.
- [15] Rubner Y, Tomasi C, Guibas L J. The earth mover's distance as a metric for image retrieval [J]. International Journal of Computer Vision, 2000, 40(2):99-121.
- [16] Ess A, Bastian L, Luc V G. Depth and appearance for mobile scene analysis[C]// Proceedings of the IEEE 11th International Conference on Computer Vision. Rio de Janeiro, Brazil: IEEE Computer Society, 2007:1-8.