

基于 LBP 特征的多视点目标分辨技术研究

孙维亚¹, 陈科仲², 李忠新¹, 吴志林¹

(1. 南京理工大学 机械工程学院, 江苏 南京 210094;

2. 陆军驻重庆地区军事代表局, 重庆 400060)

摘要:在未来作战战场中,不同视点的应用相对单一视点具有更好的灵活性,对战争走向的获取、分析更为全面。文中提出一种针对未来作战战场,不同视点下单兵进行目标分辨的方法,分析了该场景下的主要问题和难点,设计了采用光电感知系统采集视点中的目标,利用 Haar-like 算法提取视点中目标的 ROI 区域坐标,将此提取结果作为目标特征算子的计算范围并利用 LBP(local binary pattern,局部二值模式)特征算法进行纹理计算,最后根据目标一致性判断依据进行目标分辨的试验。试验结果表明:利用 Haar-like 算法和 LBP 算法能够有效实现目标区域坐标的提取和多视点的目标分辨,并针对 Haar-like 算法和 LBP 算法组合检测的识别精度和该方法的判断有效性分别进行测试,测试结果表明该组合算法的识别精度明显提升,且该方法的正确分辨率达到 86.7%。

关键词:光电感知系统;目标分辨;多视点;Haar;局部二值模式

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2021)09-0043-05

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2021.09.008

Research on Multi-view Target Resolution Based on LBP Characteristics

SUN Wei-ya¹, CHEN Ke-zhong², LI Zhong-xin¹, WU Zhi-lin¹

(1. School of Mechanical Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China;

2. Army Military Representative Bureau in Chongqing, Chongqing 400060, China)

Abstract: In the future battlefield, the application of different viewpoints is more flexible than that of a single viewpoint, and the acquisition and analysis of the direction of the war are more comprehensive. We propose a method of target resolution for individual soldier under different viewpoints in the future battlefield, analyze the main problems and difficulties in this scenario, and design the photoelectric sensing system to collect a viewpoint of the target. The Haar-like algorithm is used to extract the ROI coordinates of the object in the viewpoint, and the extracted results are used as the calculation range of the target feature operator and LBP (local binary pattern) feature algorithm is used to calculate the texture. Finally, the experiment of target resolution is carried out according to the judgment basis of target consistency. The experiment shows that using Haar-like algorithm and LBP algorithm can effectively achieve the target area coordinate multiple viewpoints and the extraction of target resolution. Moreover, the recognition accuracy of the combined detection of Haar-like algorithm and LBP algorithm and the judgment effectiveness of the proposed method are tested respectively. The test shows that the recognition accuracy of the combined algorithm is significantly improved, and the correct resolution of the method reaches 86.7%.

Key words: photoelectric sensing system; objective distinguishing; multiple viewpoints; Haar; LBP

0 引言

战争的走向是一种多源信息的融合^[1-2],从战场走向中能获得更多作战信息。在未来作战中,多视点的应用将会使得作战部队获得更多的态势信息,而在多视点条件下,己方单兵在各自的视点看到了一个敌方人员,这就需要进行信息的交互来确定是否为同一个敌人。能够分辨多视点中的目标是否为同一目标,

作战部队就能清楚前方的目标个数,这对我方作战方式的决策有着重要的意义。在战争场景、战场环境下,单兵往往因一些战术动作的需要或者由于战场环境的限制,其姿态往往不能保持正常行人的姿态且部分战术动作可能保持一致,所以通过行人姿态并按照身躯进行多尺度的行人重识别方法,往往不能满足战争环境的需求。战场中单兵所穿着的迷彩服,在形状、颜色

收稿日期:2020-11-05

修回日期:2021-03-10

基金项目:中央高校基本科研业务费专项资金资助(30918012203)

作者简介:孙维亚(1996-),男,硕士研究生,研究方向为图像处理、机电一体化;通讯作者:吴志林(1967-),男,博导,教授,研究方向为火炮、自动武器与弹药工程、检测与控制技术。

等方面也往往保持一致,很难通过颜色、形状或大小等特征来进行一致性判断,所以需要针对目标的有效信息进行判断。和人形姿态、军装颜色等特征不同,人脸检测技术通过提取目标的脸部特征信息进而实现目标人脸的检测,该技术的算法很成熟,最常用的算法是基于 Haar-like 的人脸检测,如贺瑜飞利用 Haar 特征并结合改进的 adaboost 算法进行人脸的检测^[3],倪朋朋等人利用 Haar-like 和 adaboost 算法进行车辆检测算法研究^[4]。在提取到目标有效的信息后,需要对提取的信息进行分析,而人脸的特征可以看作一种局部的纹理特征,每个人的面部特征都不同,所以可以利用人脸纹理进行目标的分辨,如张雪梅等人利用 LBP 和 WLD 算法识别人脸面部表情^[5],王强等人利用 LBP 和 GLCM 算法识别煤岩图像^[6]。综上所述,本试验利用 Haar-like 人脸检测算法和 LBP 纹理检测算法进行不同视点的目标分辨试验。

1 试验算法原理

对于图像特征的提取,通常是基于三种特征算法: Haar^[7]、HOG^[8]以及 LBP^[9-10]。基于 Haar-like 特征的目标识别算法由 Paul Viola 和 Michael Jones 提出^[11-12],该算法结合 Adaboost^[13]算法广泛应用于人脸检测领域。LBP 特征描述的侧重点则是对图像在局部范围内对应的纹理信息,因此 LBP 特征检测广泛应用于特定图像的特征提取^[14-15]等方面。

1.1 Haar-like 算法原理

Haar-like 目前常用的特征分为四类:边缘特征、线型特征、中心特征、对角线特征。为了解决矩形特征计算量过大影响速度等问题,利用积分图的方法获取 Haar-like 特征,如图 1 所示。ii(1) 表示区域 A 的像素值,ii(2) 表示区域 A + B 的像素值,ii(3) 表示区域 A + C 的像素值,ii(4) 表示区域 A + B + C + D 的像素值。D 区域的像素值可用 ii(1) + ii(2) + ii(3) + ii(4)。进行 Haar-like 特征计算时,利用积分图原理,在对某一区域的像素和计算时,只需要对特定的点进行计算,所以在时间上会大大减少。

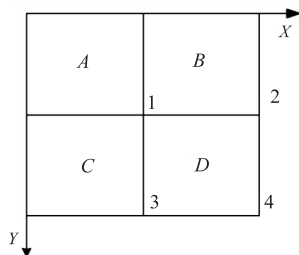


图 1 积分图原理

在对图像进行特征值的计算后,利用 adaboost 算法^[16],实现对目标的检测。首先定义弱分类器,弱分

类器是由单个 Haar 特征值组成,adaboost 算法对其进行训练。弱分类器定义为:

$$h_j = \begin{cases} 1, & p_j f_j(x) < p_j \theta_j \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$$

式中, p_j 保证方向的不变, θ_j 为阈值, $f_j(x)$ 为提取的特征值。

强分类器由许多弱分类器组成,其训练过程首先取样本,将权值初始化,进行循环,对权重归一化,训练每一个特征值,并选取最低误差的分类器,更新权重,达到循环次数后为最终的分类器。多个强分类器组成级联分类器。本试验利用 Haar-like 算法和 adaboost 算法实现对视点中目标的检测。

1.2 LBP 原理

原始的 LBP^[17]算子定义像素在三阶矩阵里,其原理为将图像中心像素及其邻域对应的像素进行比较,大于图像的中心像素则记 1,反之记 0,从而得到二进制数字,计算公式如下:

$$\text{LBP}(x_c, y_c) = \sum_{p=0}^{p-1} 2^p S(i_p - i_c)$$

$$S(x) = \begin{cases} 1 & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

式中, (x_c, y_c) 为中心像素的坐标, p 为邻域的第 p 个像素, i_p 为邻域像素的灰度值, i_c 为中心像素的灰度值, $S(x)$ 为符号函数。

由于原始的 LBP 特征在特定的区域内,不能很好地满足使用要求,且图像存在旋转,所以采用圆形 LBP 特征代替正方形邻域,并不断旋转圆形 LBP 特征,每旋转一次会获得一个新的 LBP 算子,从这些特征算子中选取最小的作为中心像素的 LBP 特征算子。本试验利用 LBP 算法对视点中的目标进行纹理计算。

2 试验流程

本试验主要包括三个部分:目标采集系统、测试程序和人脸数据集。利用光电感知系统采集视点中出现的目标,经过测试程序检测计算,与人脸数据集进行一致性判断,实现对视点中目标的分辨。

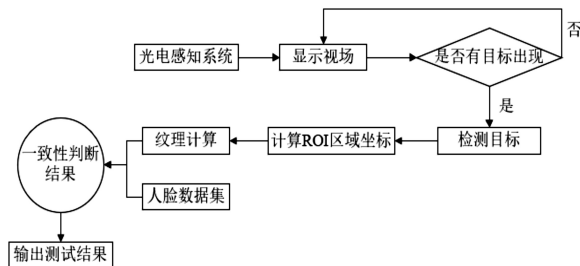


图 2 试验流程

2.1 目标采集系统

本试验利用光电感知系统对视场中的目标进行采

集。其主控开发板为 stm32H743 系列,是一个工作频率可高达 480 MHz 的 ARM Cortex M7 控制器,并嵌入感光元件模组,即摄像系统,视场大小可达到 640×480 。将此模块与计算机进行交互,能够实时显示视点前方的视场。

2.2 测试程序逻辑

本试验测试程序采用 python 语言编写,当光电感知模块与计算机交互并显示采集的视场图像后,初始化该系统的摄像模块并进行灰度处理,当目标出现在视场当中,调用人脸检测模块,即利用 Haar-like 算法进行检测并标记目标的 ROI 区域,计算其区域坐标,再调用纹理检测模块,即利用 LBP 算法计算该目标的 ROI 区域坐标范围内的纹理特征。视场中目标检测的 ROI 区域如图 3 所示,该区域顶点坐标为 $A(x, y)$,长和宽分别为 w 和 h ,所以 ROI 区域范围为 (x, y, w, h) ,完成该区域范围的计算后进行纹理计算。

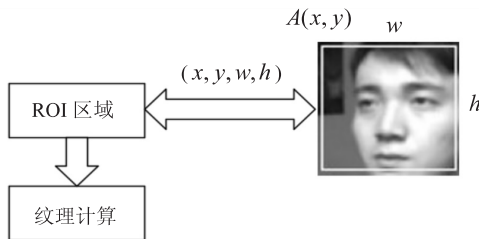


图3 ROI区域示意图

完成上述的计算后,将计算结果与人脸数据集进行目标一致性判断。本试验目标一致性判断依据为:在完成对视场中目标检测图像的 LBP 特征计算后,对其 LBP 特征图像进行分块,将每个块区域的特征图像进行直方图计算,按照一定的顺序形成 LBP 特征的统计直方图,并与数据集中每组图像的每张图像的 LBP 特征的统计直方图进行卡方计算,计算结果越小,一致性程度越高。在不同视点的检测下,输出的最低特征差异度值所对应的数据集编号若一致,则判定为同一目标。其卡方计算公式如下:

$$d(H_1, H_2) = \sum_i \frac{(H_1(I) - H_2(I))^2}{H_1(I)}$$

式中, H_1, H_2 分别表示图像的直方图数据。

利用一致性判断函数进行计算,输出视点中目标与每组数据集的每张图像误差累积和,根据目标一致性判断依据,输出测试结果。

2.3 建立人脸数据集

本试验制作人脸数据集,用于和视场中检测到的目标进行一致性判断。不同的人脸状态均可作为一个数据,例如笑脸哭脸,戴眼镜或不戴眼镜等状态,每组数据采集 20 张图像,图像大小保存为 110×94 。部分人脸数据集图像如图 4 所示,对应每组数据编号为 1 到 5。

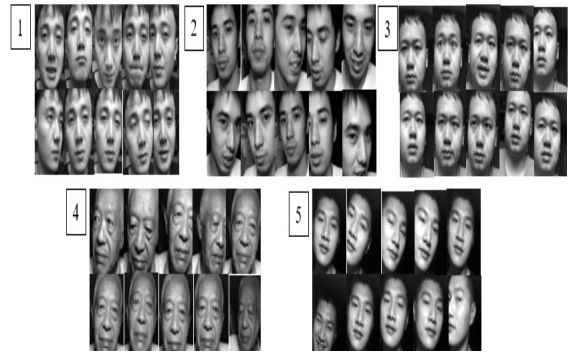


图4 部分人脸数据集图像

3 算法试验结果与分析

本试验设定两个不同方位视点的目标检测装置,当目标出现在视场范围内,不同视点进行目标图像的采集。首先利用 Haar-like 算法进行检测并标记目标的 ROI 区域,计算标记的 ROI 区域坐标。将此区域坐标作为 LBP 特征检测的计算范围。每个视点检测的结果与人脸数据集进行一致性计算,最终输出与视场中目标特征最匹配的编号。下面是两组试验数据,两组试验不同视点采集的目标图像如图 5 ~ 图 7 所示,ROI 区域范围见表 1、3、5,一致性计算结果见表 2、4、6。

(一) 试验一:不同视点对同一目标进行检测识别。



图5 试验一不同视点采集目标图像组1

表1 组1检测 ROI 区域坐标

坐标	x	y	w	h
视点1	1	22	54	54
视点2	0	0	81	81

表中: x, y 为 ROI 区域左上方顶点横纵坐标, w, h 分别为 ROI 区域的宽和高。



图6 试验一不同视点采集目标图像组2

表 2 组 1 目标一致性计算结果

视点	组号	特征差异度	输出编号
视点 1	1	7 688	1
	2	8 588	
	3	8 335	
	4	7 902	
	5	8 311	
视点 2	1	6 643	1
	2	9 102	
	3	7 998	
	4	6 996	
	5	8 784	

表 3 组 2 检测 ROI 区域坐标

坐标	x	y	w	h
视点 1	1	1	91	91
视点 2	5	23	81	81

表 4 组 1 目标一致性计算结果

视点	组号	特征差异度	输出编号
视点 1	1	7 839	4
	2	9 262	
	3	7 418	
	4	6 365	
	5	9 048	
视点 2	1	7 444	4
	2	8 951	
	3	7 963	
	4	6 389	
	5	8 820	

(二) 试验二:不同视点对不同目标检测识别。

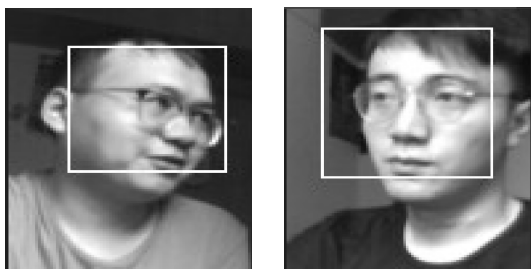


图 7 试验二不同视点采集目标图像

表 5 试验二不同视点 ROI 区域坐标

坐标	x	y	w	h
视点 1	20	16	54	54
视点 2	12	7	67	67

由表 1、3、5 可知, 试验一不同视点输出检测的 ROI 区域坐标分别为 (1, 22, 54, 54) 和 (0, 0, 81, 81), (1, 1, 91, 91) 和 (5, 23, 81, 81); 试验二不同视点输出检测的 ROI 坐标区域为 (20, 16, 54, 54) 和 (12, 7, 67, 67)。试验结果表明, 视场中出现的目标能够实现检

测并能准确计算出视场中目标的 ROI 区域坐标。

表 6 试验二目标一致性计算结果

视点	组号	特征差异度	输出编号
视点 1	1	7 341	3
	2	8 198	
	3	7 109	
	4	7 765	
	5	7 428	
视点 2	1	6 881	1
	2	8 697	
	3	7 627	
	4	7 133	
	5	8 491	

两组试验中, 不同视点检测的数据与人脸数据集进行一致性计算结果如表 2、4、6 所示, 可以看出试验一中, 组 1、组 2 一致性计算结果的最小值分别为 7 688 和 6 643, 6 365 和 6 389, 对应输出的人脸数据编号分别为 1 和 4, 根据目标分辨的判断依据, 不同视点检测到的目标为同一目标; 试验二中, 一致性计算结果的最小值分别为 7 109 和 6 881, 对应输出的人脸数据编号分别为 3 和 1, 根据目标分辨的判断依据, 不同视点检测到的目标为不同目标。

本试验将 Haar-like 人脸检测算法和 LBP 纹理检测算法结合, 进行不同视点的目标分辨, 单一的 LBP 检测方法会考虑视场中出现的整体目标进行检测, 并且包含一些背景信息, 而本试验方法首先提取目标的有效信息, 以有效的信息区域为基础再进行纹理检测, 排除了一些背景信息的干扰。针对 Haar-like 算法和 LBP 算法组合检测的识别精度, 将该方法与单一的 LBP 检测方法进行对比。分别利用 Haar-like+LBP 和 LBP 算法对视点中出现的目标进行识别测试, 测试实验对五组数据集的每组目标进行十次测试, 共五十次测试, 测试结果如表 7 所示。结果表明, 本试验设计的试验方法有效地提高了对视点中目标的识别精度。

表 7 两组方法识别结果

算法	测试次数	错误识别次数	识别精度
Haar-like+LBP	50	5	0.90
LBP	50	9	0.82

针对不同视点能否判断该目标为同一目标, 本试验基于 Haar-like 和 LBP 算法进行测试。为了验证该方法的有效性, 进行 30 次一致性判断测试。如图 8 和 9 所示, 横坐标为测试次数, 纵坐标为每次测试所对应的目标编号, 两组图分别为视点 1、视点 2 实际检测的目标。测试结果如图 10 所示, 方框点为正确识别, 圆点为错误识别, 30 组测试试验中, 有四组未能正确判断不同视点目标是否一致, 正确判断率达到 86.7%。

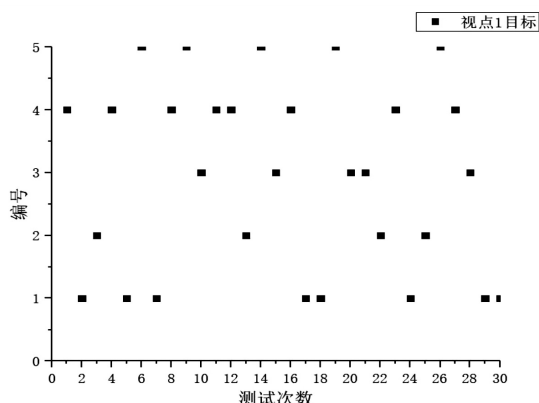


图8 视点1实际测试目标类别

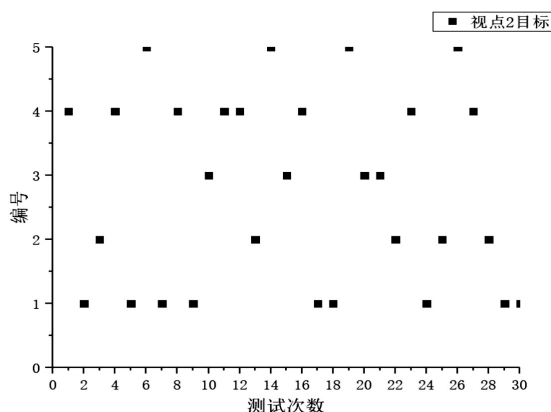


图9 视点2实际测试目标类别

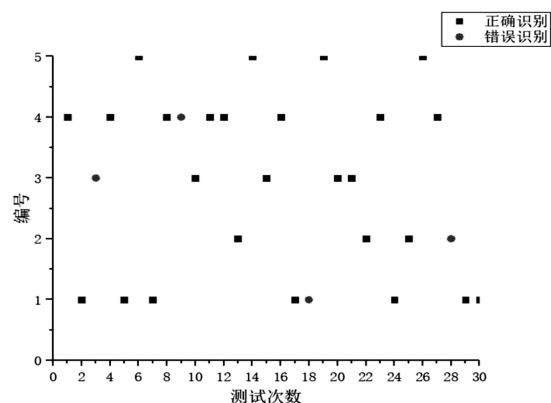


图10 一致性判断测试识别结果

4 结束语

针对未来作战战场,设计了在不同视点下对检测到的目标进行分辨的试验方法,即利用光电感知系统采集视场中出现的目标,利用 Haar-like 算法检测并标记视场中目标的 ROI 区域,计算其区域的坐标,再利用 LBP 特征算法对此区域进行特征提取,将提取结果与数据集进行计算,根据一致性判断依据进行目标的分辨。试验结果表明,该方法对视场中出现的目标有较好的检测效果且能输出目标的 ROI 区域坐标;通过两组试验、精度对比试验和一致性判断测试可知,该方法能够分辨出不同视点的目标,并具有较高的目标分

辨率。不同视点的目标分辨技术研究,为我军在未来作战战场获取战场信息提供了方法,同时对作战过程中信息的融合有重要的意义。

参考文献:

- [1] 汪跃,唐志军,车德朝,等. 战场态势一张图技术综述[J]. 指挥信息系统与技术,2020,11(1):12-17.
- [2] 申良强,蒋秀波,宋早迪,等. 单兵信息系统协同作战技术研究[J]. 火力与指挥控制,2017,42(8):169-172.
- [3] 贺瑜飞. 基于 Haar 特征和改进的 AdaBoost 算法的人脸图像识别[J]. 榆林学院学报,2019,29(6):69-70.
- [4] 倪朋朋,顾海全,董锋格,等. 基于 Haar-like 和 Adaboost 的车辆检测算法研究[J]. 汽车零部件,2019(10):5-9.
- [5] 张雪梅,公维宾,邬建志,等. 基于纹理特征融合的人脸表情识别[J]. 计算机技术与发展,2020,30(3):57-61.
- [6] 王超,张强. 基于 LBP 和 GLCM 的煤岩图像特征提取与识别方法[J]. 煤矿安全,2020,51(4):129-132.
- [7] MIHÇIOĞLU M E, ALKAR A Z. Improving pedestrian safety using combined HOG and Haar partial detection in mobile systems[J]. Traffic Injury Prevention, 2019, 20(6):619-623.
- [8] BANSAL K, JALAL A S. Robust and effective clothes recognition system based on fusion of Haralick and HOG features[J]. International Journal of Signal and Imaging Systems Engineering, 2019, 11(5):288-299.
- [9] DHAR P. A new flower classification system using LBP and SURF features[J]. International Journal of Image, Graphics and Signal Processing, 2019, 11(5):13-20.
- [10] SHI Pengfei, FAN Xinnan, NI Jianjun, et al. An improved LBP feature based moving object detection[J]. Journal of Physics: Conference Series, 2019, 1176(2):022049.
- [11] VIOLA P, JONES M J, SNOW D. Detecting pedestrians using patterns of motion and appearance[J]. International Journal of Computer Vision, 2005, 63(2):153-161.
- [12] VIOLA P, JONES M J. Robust real-time face detection[J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 57(2):137-154.
- [13] 杨才广,李林峰,郑鑫,等. 基于 Adaboost 的人脸图像检测系统[J]. 智能计算机与应用,2019,9(5):300-301.
- [14] 刘晓虹,朱玉全,刘哲,等. 基于改进多尺度 LBP 算法的肝脏 CT 图像特征提取方法[J]. 计算机科学,2019,46(3):125-130.
- [15] 白茹意. 基于眼动仪和 LBP 的抽象画方向审美与识别[J]. 计算机技术与发展,2020,30(8):40-45.
- [16] 刘禹欣,朱勇,孙结冰,等. Haar-like 特征双阈值 AdaBoost 人脸检测[J]. 中国图象图形学报,2020,25(8):1618-1626.
- [17] 徐钊,吴光敏,覃世欢. 基于 AccelDSP 的 LBP 算法在人脸识别中的应用[J]. 计算机技术与发展,2014,24(1):51-53.