

多尺度级联行人检测算法的研究与实现

李梦涵,熊淑华,熊文,魏育才,李杨

(四川大学电子信息学院,四川成都610065)

摘要:行人检测算法是利用行人的特征结合分类器对图片中是否有行人进行判断的方法。文中基于传统的HOG行人特征检测方法以及Adaboost分类器思想,改进了行人检测算法。使用多尺度的HOG特征对图片的检测区域进行特征提取,并采用级联的Adaboost分类器结合对应尺度的特征进行分类判断,将判断结果输入下一级分类器中继续进行分类判断,最终实现区域内有无人的检测。实验结果表明多尺度下的级联分类器能够更加有效地筛选出行人区域,在计算时间小幅增加的情况下,极大地提高了检测精度。

关键词:行人检测;方向梯度直方图;多尺度;级联Adaboost

中图分类号:TP301.6

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2014)08-0010-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2014.08.0003

Research and Realization of Pedestrian Detection Algorithm by Multi-scale Cascaded Features

LI Meng-han, XIONG Shu-hua, XIONG Wen, WEI Yu-cai, LI Yang

(College of Electronics and Information Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: Pedestrian detection algorithm is a method to decide whether there exists pedestrian or not in the picture by characters of pedestrians combined with classifiers. In this paper, an improved pedestrian detection algorithm is advanced based on the traditional HOG method and Adaboost classifying idea. In this algorithm, use the multi-scale HOG features to extract the features in the detection region, then the cascaded Adaboost classifiers with multi-scale features are used to judge, getting its result input into the next level of classifier, and finally achieve the goal of pedestrian detection. The experimental result shows that the cascaded classifiers using multi-scale features performs better in pedestrian detection, which achieves higher detection precision at little cost of computing time.

Key words: pedestrian detection; HOG; multi-scale; cascaded Adaboost

0 引言

随着计算机技术和模式识别的高速发展,行人检测算法作为目标检测领域的一个重点研究方向,已成为计算机视觉领域的前沿和研究热点。提高行人检测算法的精度也就成为了十分重要的一个研究课题。

行人检测主要由行人特征提取和基于特征的分类两部分组成。自Dalal等^[1]提出基于梯度的方向直方图(HOG)行人特征检测算法以来,改进的特征算法如LBP^[2-3]、Co-HOG^[4]、GG^[5]、CSS^[6]、CENTRIST^[7]等也被用于行人检测中的特征提取。用于分类识别的算法则有Adaboost^[8]、SVM^[9]、水平集^[10-11]等。

采用Adaboost强分类器结合HOG特征的经典行人检测算法,能够达到检测出图片中行人的目的。但

是当用矩形框标记有人区域时,发现经典行人检测算法的检测结果会出现单个行人身上重叠多个矩形框,并有矩形框框到无人区域的情况。

文中针对上述不足,讨论了一种基于多尺度特征级联分类器的行人检测算法。实验结果表明,该算法在检测精度上有较大的提高。

1 算法原理

经典的行人检测算法中采用的HOG特征,是对检测窗口进行8×8block遍历,对每一个像素点都进行梯度的计算,只选择了一种尺度下的特征进行计算分类,特征选择单一不能全面表征行人的特征,从而容易导致判断错误,同时该算法计算量大、耗时较久。

收稿日期:2013-10-22

修回日期:2014-01-24

网络出版时间:2014-05-21

基金项目:欧盟FP7-PEOPLE-IRSES-S2EuNet(247083)

作者简介:李梦涵(1991-),女,安徽安庆人,硕士研究生,研究方向为多媒体通信。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140524.2150.043.html>

多尺度级联算法采用多尺度的特征对行人特点进行表征,信息更加全面从而保证结果精度更高。考虑到多个尺度计算量上的增加,改进了原始的针对每个像素求梯度的算法,采用块为单位的梯度计算,减少了部分计算量。同时采用级联的 Adaboost 分类器进行逐级筛选,只将有人的窗口输入下一级分类器进行筛选判断,也减少了一定的计算量。

多尺度行人检测算法的原理如图1所示。对于一幅输入的原始图像,选择不同的尺度遍历图像,进行基于块的 HOG 特征检测,将检测出来的多尺度特征结合级联的分类器进行检测框内有无行人的判断,最终输出有人区域。

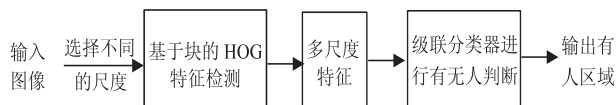


图1 算法原理框图

1.1 多尺度特征

研究分析了 Haar-Like^[12] 特征“可变尺度”的特性,打破了传统的 HOG 梯度直方图单一尺度 block 特征的束缚,结合方形特征区块的特性提出一种多尺度^[13]方向特征。

这种多尺度的方块特征的提取过程可分为如下两个步骤:

(1) 选定某一尺度的特征块遍历检测窗口,计算正方形单元区块的梯度方向;

(2) 将单元块的梯度方向值量化为离散数值。

将特征块划分为上下左右4个子方块,并分别计算子方块上的灰度积分值,从而计算得到水平梯度值。先将方块分为左右相等的区块,再分别计算左右两个小区块的所有像素点的灰度值之和,作差得出水平方向的灰度差值;再将方块等分为上下两等份,计算出竖直方向灰度差值。这样就构成了一个田字形的特征。在 AdaBoost 分类器的框架下,将单元特征区块的尺度规定为 $6 \times 6, 8 \times 8, \dots, 20 \times 20$ 大小的方块。

通过上述方法提取的特征向量集涵盖了不同尺度下的方向特征,再采用固定步长平移检测窗口的方式遍历整张图像,就可以得到整张图片的特征向量集。这个特征向量集反映出的图像信息相对单一尺度的 HOG 梯度直方图更加丰富。因此,能够有效地解决因为人体局部偏移而造成的区域特征的丢失情况;而相对于 Haar-like 特征提取过程,采用的正方形块作为单元特征区块能大大地降低逻辑运算上的复杂度,还避免了采用线性插值或者重叠来解决混叠效应而带来的额外计算,提高了运算的速度和效率。

1.2 级联 Adaboost

Freund 和 Schapire 提出的 Adaboost 算法是基于

Boosting 算法的变形,是 adaptive boosting (自适应增强) 的缩写,该算法的经典思想是将多个弱分类器结合成强分类器的一个过程。

而分析传统的行人检测分类器的分类过程可以发现,分类器对于行人有较高的虚警率,即系统一般对于有人区域的判断正确率较高,但是也会有一部分的误判,即将无人区域判断为有人区域。针对这一问题,选择了级联的分类器^[14-15]来消除无人区域对结果精度的影响。

文中采用的级联 Adaboost 分类器是一种采用 Adaboost 分类算法串联结构组合的分类器,其结构如图2所示。它能在基本保证检测率的情况下得到一个很低的误检测率,同时还可以提高检测的速度。级联分类器的特点是,某个检测窗口一旦被某一级分类器排除掉,那么这个窗口将会被标注为负例样本而不会进入下一级分类器中再处理。

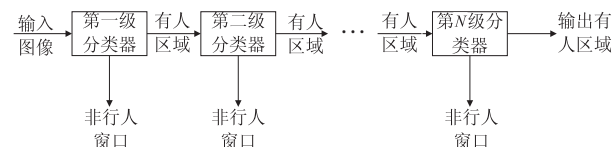


图2 级联的 Adaboost 分类器结构

级联 Adaboost 分类器的算法流程如下:

Step1: 首先采用已标记的有人无人图片库,对构建的 Adaboost 分类器进行不同尺度下的训练,得到所需的多尺度强分类器;

Step2: 对输入图像进行框遍历,得到的不同大小的框输入第一级分类器,选取该分类器对应的尺度进行基于块的 block 计算,将得出的特征输入强分类器进行判断,计算出的无人的区域直接舍弃,而有人的区域输入下一级分类器;

Step3: 对输入的有人区域进行当前分类器对应尺度的特征计算,输入强分类器进行有无行人判断,并将有人区域输入下一级分类器;

Step4: 重复 Step3,直到设定的级数计算完为止。输出最终判断出的有人区域。

1.3 多尺度级联行人检测算法

在行人检测算法中,引入的多尺度级联,改进了原作者在单一尺度下作特征提取时带来的部分有用信息缺失的缺点。级联分类器的每一级相当于一个单一尺度下的强分类器,通过级联的方式将不同尺度下的结果结合起来,相当于在不同的角度对区域内的特征进行了分析,信息更加全面,从而能够更好地表达行人特征,达到更加准确的检测目的。

另一方面,经大量实验研究发现,行人检测中有人区域所占比例较少,大部分检测出来的矩形框都是无人区域,徒增计算量影响系统的检测速率。而将上一

级的有人区域作为下一级系统的输入,能够排除大量无人区域带来的无效运算,从而提高系统的速度。对于 Adaboost 分类器的研究发现,该算法构成的强分类器有较高的虚警率,即能够将有人区域分类出来而不足时会有一部分无人区域当成有人区域被误判,从而保证了级联分类器的输入不会漏检大量的有人区域,保证了基本的检测率。而多尺度级联反过来也会在多尺度下进行判断,从而用更丰富的特征信息将无人区域排除。多尺度级联算法流程图如图 3 所示。

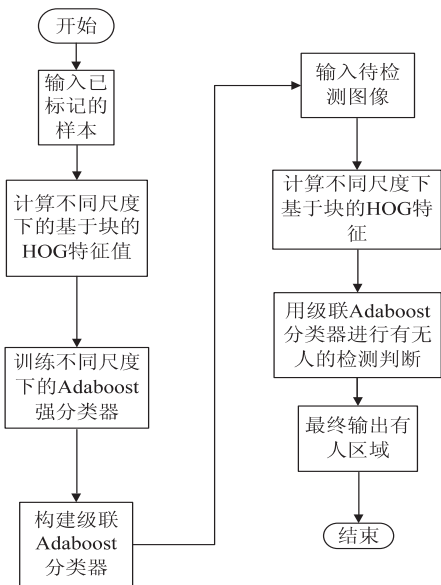


图 3 多尺度级联算法流程图

多尺度级联的行人检测算法中,首先对已标记图库的训练是在所有尺度下进行的,不同尺度得到不同的强分类器,分别存放,以便后面检测图片时级联分类器的分别取用。在检测部分,首先将输入图片输入第一级分类器,进行对应尺度下的特征提取,并采用相应的强分类器进行区域内有无行人的判断,将判断结果中有人的区域作为输入,进入下一级的分类器,以此类推。最终级联分类器的输出就是对该图片行人检测的最终结果。

2 实验结果

在该系统中,采用的是 Dalal 等人建立的经典的 INRIA 行人数据库作为文中训练系统的数据库。该直立人体行人库中有各式各样的直立行人图片上千张,这些图片的背景、行人的姿态和方向各不相同。该行人库分为测试样本库和训练样本库。其中训练样本库中,包含有正例样本图片 2 416 张,负例样本图片 1 218 张;测试样本库中,有固定大小为 $128 * 64$ 的图片 1 126 张,负例样本图片为 453 张,与检测窗口大小相同。在选定了行人样本数据库以及测试样本库后就利用上述的级联分类算法训练 Adaboost 分类器。在每一

级级联分类器的训练中,通过不断更新错分样本的权重来改变训练样本的权重,使其更关注与错分的样本,即不断增大难分样本的权重并且减少易分样本的权重,也就是关注于更具有分类信息的样本,从而提高分类器检测率。

系统参数如下:

CPU:Core 2 Duo T5670 @ 1.80 GHz;内存:1 GB;

Matlab 版本:matlab2012a。



图 4 经典的行人检测算法与多尺度级联算法实验结果对比

图 4 对比了经典 HOG 特征检测加上 Adaboost 分类器与文中的多尺度级联算法对行人检测的结果。其中图(b)是经典算法的检测结果,可以看出前面引言所阐述的检测精度不高的缺点;图(c)是两级级联(20×20 与 18×18)的多尺度级联算法对上述图片的检测结果。由实验结果可以看出文中论述的算法基本可以检测出图片中的行人,并且对比上下图可以发现,使用多尺度级联算法的图片检测结果中,虚框(即没有行人的框)数量减少,单个行人身上重复框的个数也有所减少。由此可见,多尺度级联的行人检测算法在精度上相比于经典算法确实有所提高。

改进算法对图库要进行所有尺度下特征的分类训练,相比传统算法训练耗时巨大,但是由于该行人检测系统中分类器的训练和对输入图片的检测是分开的,所以训练时间加长对于实际系统的应用并无大碍。同时,引入的级联分类器,随着级数的增加时间代价也逐步增加,所以在计算多尺度特征时选择基于块的 HOG 特征算法,而不是 Dalal 提出的经典算法中逐像素的计算,降低了特征维数从而减小了一定的计算量,使得文中的多尺度级联算法在没有付出太大时间代价的情况下,获得了更高的检测精度。

图 5 是改进前后的算法对同一张图片检测效果对比,表 1 是传统算法和改进算法对图片库的训练时间对比。

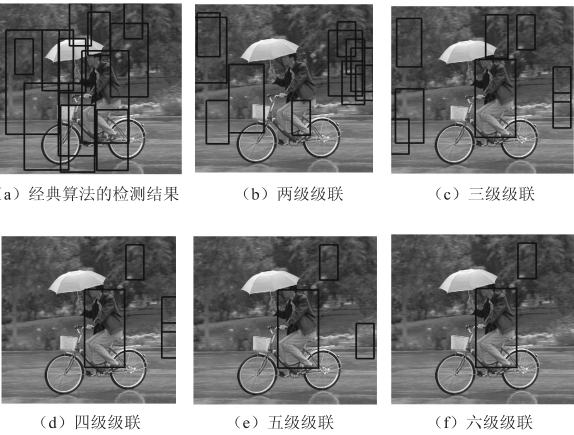


图 5 改进前后的算法对同一张图片检测效果对比

表 1 传统算法和改进算法对图片库的训练时间对比

算法	时间/s
传统 Adaboost 算法	128.810 717
6×6	8 265.644 879
8×8	7 336.076 474
10×10	6 379.371 976
12×12	5 394.421 510
14×14	4 292.954 518
16×16	3 052.782 644

对于上述实验结果也可以从原理上分析出当前结果是符合预期的。相较于传统的 HOG 特征和 Ada-boost 分类器组成的行人检测系统,文中所述的多尺度级联系统引入了多尺度的特征信息,比 HOG 中单一一种大小的 block 遍历图片所得到的特征信息量更全面丰富,从理论上讲利用这种信息就可以更加有效地帮助分类器正确识别区域是否有人。文中系统采用级联的方式将不同尺度的特征并入筛选,每一层的强分类器使用某种尺度下的特征信息来进行有无行人的判断,而被判为无人的区域直接排除,不进入下一级的计算。分析 Adaboost 强分类器的训练结果可知,这种分类器对于无人区域的判断有很高的准确度,所以保证了使用这种级联方式很大程度上不会排除掉有人的区域而导致最终错误放大。而从实验结果上看,文中系统确实排除了很多无人的错误框,而单一人身上的重叠框也只保留下了一个,相对于原始算法有明显的效果改善。

3 结束语

文中在基于 HOG 特征提取和 Adaboost 分类思想的行人检测算法的基础上,进行改进,使用多尺度特征提取并采用级联的 Adaboost 分类器进行有无行人的分类。实验表明,在多尺度特征下采用级联的 Adaboost 分类器,能有效提取图片中的行人信息并对其进行有无人的判断,改进后的算法相较于经典算法明显提高

了检测效率,即在付出少量计算时间代价的情况下获得了更高的检测精度。

参考文献:

[1] Dalal N, Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection[C]//Proc of international conference on computer vision and pattern recognition. San Diego, CA, USA: IEEE, 2005:886-893.

[2] Mu Yadong, Yan Shuicheng, Liu Yi, et al. Discriminative local binary patterns for human detection in personal album[C]//Proc of IEEE CVPR. Anchorage: IEEE, 2008:1-8.

[3] Wang Xiaoyu, Han T X, Yan Shuicheng. A HOG-LBP human detector with partial occlusion handling[C]//Proc of IEEE 12th international conference on computer vision. Kyoto: IEEE, 2009:32-39.

[4] Wantanbe T, Ito S, Yokoi K. Co-occurrence histograms of oriented gradients for pedestrian detection[J]. LNCS, 2009, 5214:37-47.

[5] Liu Yazhou, Shan Shiguang, Zhang Wenchao, et al. Granularity-tunable gradients partition (GGP) descriptors for human detection[C]//Proc of CVPR. Miami, FL: IEEE, 2009:1255-1262.

[6] Walk S, Majer N, Schindler K, et al. New features and insights for pedestrian detection[C]//Proc of CVPR. San Francisco: IEEE, 2010:1030-1037.

[7] Wu Jianxin, Geyer C, Rehg J M. Real-time human detection using contour cues[C]//Proc of ICRA. Shanghai: IEEE, 2011:860-867.

[8] Freund Y, Schapire R E. Experiments with a new boosting algorithm[C]//Proc of international conference on machine learning. [s. l.]: [s. n.], 1996:148-156.

[9] Burges C J C. Tutorial on support vector machines for pattern recognition[J]. Data Mining and Knowledge Discovery, 1998, 2(2):121-167.

[10] Sethian J A. Curvature and evolution of fronts[J]. Communications in Mathematical Physics, 1985, 101(4):487-499.

[11] Osher R, Sethian J A. Fronts propagating with curvature-dependent speed: algorithms based on Hamilton-Jacobi formulations[J]. Journal of Computer Physics, 1988, 79:12-49.

[12] Oren M, Papageorgiou C, Sinha P, et al. Pedestrian detection using wavelet templates[C]//Proceedings of IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. San Juan: IEEE, 1997:193-199.

[13] 叶齐祥, 焦建彬, 蒋树强. 基于多尺度方向特征的快速鲁棒人体检测算法[J]. 软件学报, 2011, 22(12):3004-3014.

[14] Wu J X, Mullin M D, Rehg J M. Linear asymmetric classifier for cascade detectors[C]//Proceedings of the 22nd international conference on machine learning. [s. l.]: [s. n.], 2005:988-995.

[15] Paul V, Jones M. Robust real-time face detection[J]. International Journal of Computer Vision, 2004, 57(2):137-154.

多尺度级联行人检测算法的研究与实现

作者：[李梦涵](#)，[熊淑华](#)，[熊文](#)，[魏育才](#)，[李杨](#)，[LI Meng-han](#)，[XIONG Shu-hua](#)，[XIONG Wen](#)，[WEI Yu-cai](#)，[LI Yang](#)

作者单位：[四川大学 电子信息学院, 四川 成都, 610065](#)

刊名：[计算机技术与发展](#) 

英文刊名：[Computer Technology and Development](#)

年，卷(期)：2014(8)

引用本文格式：[李梦涵](#).[熊淑华](#).[熊文](#).[魏育才](#).[李杨](#).[LI Meng-han](#).[XIONG Shu-hua](#).[XIONG Wen](#).[WEI Yu-cai](#).[LI Yang](#)

[多尺度级联行人检测算法的研究与实现](#)[期刊论文]-[计算机技术与发展](#) 2014(8)