

优越性, 本文将 EHOH 特征结合 SVM 分类器进行实验对比, 实验结果见表 2 和图 6.

表 2 不同特征结合 SVM 分类器检测时间

特征种类	检测时间(ms)
Haar	74.63
LBP	69.51
HOG	57.81
EHOH	64.31

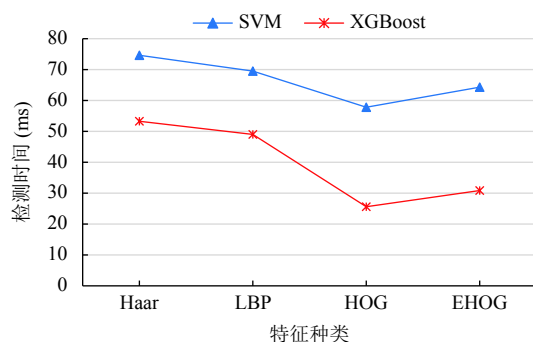


图 6 不同特征在 SVM 和 XGBoost 分类器上检测时间的比较

由图 6 可以看出, 不同特征结合 XGBoost 分类器普遍比 SVM 分类器所需的检测时间要少, 这是因为 XGBoost 分类器的多线程并行操作, 有效地降低了行人检测时间. 由表 2 可知, HOG 特征在结合 SVM 分类器时所需的检测时间, 远远少于 Haar 特征和 LBP 特征, 而 EHOH 特征较 HOG 特征检测时间略有增加, 是因为提取 EHOH 特征之前对原始图像进行了预处理增加了时间开销, 但较传统 SVM 分类器, XGBoost 分类器很明显的降低了检测时间.

4 结束语

行人检测具有极广泛的应用: 智能辅助驾驶, 智能监控, 行人分析以及智能机器人等领域. 从 2005 年以来行人检测进入了一个快速的发展阶段, 但是也存在很多问题还有待解决, 主要还是在性能和速度方面还不能达到一个权衡. 近年, 以谷歌为首的自动驾驶技术的研发正如火如荼地进行, 这也迫切需要能对行人进行快速有效的检测, 以保证自动驾驶期间对行人的安全不会产生威胁.

本文从预处理原始图像和增强特征对比度两方面对其做出改进, 提出了增强型 HOG, 并基于 EHOH 特征结合 XGBoost 分类器的行人检测方法. 实验结果证

明, 针对不同特征 (Haar、LBP、HOG、EHOH), 本文提出的方法在识别率和检测速度方面有明显优越性.

本文下一步研究方向是, 针对遮挡问题改进检测算法, 在复杂环境下进一步提高检测精度提升检测速度.

参考文献

- 1 苏松志, 李绍滋, 陈淑媛, 等. 行人检测技术综述. 电子学报, 2012, 40(4): 814–820. [doi: 10.3969/j.issn.0372-2112.2012.04.031]
- 2 宋婉娟, 张剑. 融合回归网络和多尺度特征表示的实时行人检测. 电子测量与仪器学报, 2018, 32(7): 15–20.
- 3 李俊杰, 刘成林, 朱明. 基于多任务 CNN 的监控视频中异常行人快速检测. 计算机系统应用, 2018, 27(11): 78–83. [doi: 10.15888/j.cnki.csa.006607]
- 4 Dalal N, Triggs B. Histograms of oriented gradients for human detection. Proceedings of 2015 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR '05). San Diego, CA, USA. 2005. 886–893.
- 5 Maldonado S, López J. Dealing with high-dimensional class-imbalanced datasets: Embedded feature selection for SVM classification. Applied Soft Computing, 2018, 67: 94–105. [doi: 10.1016/j.asoc.2018.02.051]
- 6 陈锐, 王敏, 陈肖. 基于 PCA 降维的 HOG 与 LBP 融合的行人检测. 信息技术, 2015, (2): 101–105.
- 7 Ait-Sahalia Y, Xiu DC. Principal component analysis of high-frequency data. Journal of the American Statistical Association, 2019, 114(525): 287–303. [doi: 10.1080/01621459.2017.1401542]
- 8 Xiao L, Zhang YJ, Wang Q, et al. Improved local texture features for pedestrian detection. Proceedings of the IEEE 3rd International Conference on Image, Vision and Computing (ICIVC). Chongqing, China. 2018. 60–65.
- 9 Zhang PB, Yang ZX. A novel AdaBoost framework with robust threshold and structural optimization. IEEE Transactions on Cybernetics, 2018, 48(1): 64–76. [doi: 10.1109/TCYB.2016.2623900]
- 10 Walk S, Majer N, Schindler K, et al. New features and insights for pedestrian detection. Proceedings of 2010 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Francisco, CA, USA. 2010. 1030–1037.
- 11 李盈盈, 李菲菲, 陈虬. 基于改进 HOG 共生概率特征的行人检测算法. 电子科技, 2018, 31(9): 4–8.

- 12 Chen PY, Huang CC, Lien CY, *et al.* An efficient hardware implementation of HOG feature extraction for human detection. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2014, 15(2): 656–662. [doi: [10.1109/TITS.2013.2284666](https://doi.org/10.1109/TITS.2013.2284666)]
- 13 龚露鸣, 徐美华, 刘冬军. 基于混合高斯和 HOG + SVM 的行人检测模型. *上海大学学报 (自然科学版)*, 2018, 24(3): 341–351.
- 14 陈恩加, 唐向宏, 傅博文. Faster R-CNN 行人检测与再识别为一体的行人检索算法. *计算机辅助设计与图形学学报*, 2019, 31(2): 332–339.
- 15 Tian YL, Luo P, Wang XG, *et al.* Deep learning strong parts for pedestrian detection. *Proceedings of 2015 IEEE International Conference on Computer Vision*. Santiago, Chile. 2015. 1904–1912.
- 16 Ouyang WL, Zhou H, Li HS, *et al.* Jointly learning deep features, deformable parts, occlusion and classification for pedestrian detection. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2018, 40(8): 1874–1887. [doi: [10.1109/TPAMI.2017.2738645](https://doi.org/10.1109/TPAMI.2017.2738645)]
- 17 王琳, 卫晨, 李伟山, 等. 结合金字塔池化模块的 YOLOv2 的井下行人检测. *计算机工程与应用*, 2019, 55(3): 133–139. [doi: [10.3778/j.issn.1002-8331.1710-0236](https://doi.org/10.3778/j.issn.1002-8331.1710-0236)]
- 18 杨金锋, 师一华, 熊兴隆. 光照处理中改进的 Gamma 校正方法. *中国民航学院学报*, 2006, 24(4): 39–42.
- 19 储清翠, 王华彬, 陶亮. 图像的局部自适应 Gamma 校正. *计算机工程与应用*, 2015, 51(7): 189–193, 208. [doi: [10.3778/j.issn.1002-8331.1305-0193](https://doi.org/10.3778/j.issn.1002-8331.1305-0193)]
- 20 Chen TQ, Guestrin C. XGBoost: A scalable tree boosting system. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. San Francisco, CA, USA. 2016. 785–794.
- 21 Chen WB, Fu K, Zuo JW, *et al.* Radar emitter classification for large data set based on weighted-xgboost. *IET Radar, Sonar & Navigation*, 2017, 11(8): 1203–1207.