

支持向量机和 AdaBoost 目标跟踪新方法

New Target Tracking Algorithm Based on Support Vector Machines and AdaBoost

(1.中国科学院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院;3.上海交通大学)宋华军^{1,2} 范志刚³ 朱明¹

Song, HuaJun Fan, Zhigang Zhu, Ming

摘要:在目标跟踪领域,目标检测对跟踪的效果起决定性作用,提出一种用支持向量机进行目标跟踪的方法。采用 AdaBoost 算法选择最具有代表性的 Harr 特征,将选择出来的特征作为支持向量机训练器的输入数据来训练目标检测分类器。为了加速检测速度,使用了层叠加速检测算法。实验结果表明,该算法不但提高了识别的正确率,而且大大提高了检测速度。

关键词:目标识别;支持向量机;AdaBoost;Harr 特征

中图分类号:TB391

文献标识码:A

Abstract:It is very important to target detecting in the field of target tracking field. A kind of detection algorithm using support vector machine is proposed in this paper. It selects representative Harr characters using AdaBoost method and taking it as input data of support vector machines. In order to accelerate detecting speed, the cascade method is also been used. The experiment result shows that this algorithm improves not only the tracking precision but detecting speed.

Key words:Target Recognition,AdaBoost,Support Vector Machine,Harr feature

引言

目标跟踪是一个重要的研究领域,被广泛用于军事、多媒体检索、安全监控等领域。本文提出基于支持向量机(SVM)和 AdaBoost 的目标检测方法,它只针对某一种特定的目标进行跟踪。SVM 由于其在非线性高维模式识别中具有许多优势而成为一种有效的目标检测方法。一些研究表明支持向量机方法较传统方法包括神经网络方法更好的适应和推广能力。

好的特征选取方法是分类的关键,本文使用 AdaBoost 算法从众多 Harr 特征中选出最具代表的小部分特征,作为分类器的输入。但是由于目标检测需要在目标图像的多个尺度和所有位置上进行搜索,并且非线性 SVM 分类器的计算复杂度也比较高,因此检测花费的时间很长。在被检测的图像中非目标窗口的数量远远大于目标窗口数,为了加快检测速度,设计出了三级层叠加速检测算法,在前两极检测中使用较少的特征,很快的排出了大部分非目标区域,而将花费较长时间但分类精度较高的分类器用在最后阶段,从而在保证精度的前提下有效的缩短了检测时间。实验结果表明,算法的大部分时间集中在检测少数目标区域上。

1 支持向量机算法

支持向量机(Support Vector Machines)是一种分类器,最早由 Vapnik 在 1995 年提出,和传统的分类器如神经网络相比,它从理论上解决了神经网络难以控制

自身推广能力的问题。SVM 是统计学习理论的重要成果,它被广泛应用到模式识别领域。

SVM 是从线性可分情况下的最优分类面发展而来的。在二分类情况下,SVM 的目标是寻找一个具有最大间隔的最优分类面,假定个训练数据点 $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n), x \in R^n, y \in \{+1, -1\}$ 是分类标签。SVM 分类器的数学表达式为:

$$f(x) = \text{sgn}\left(\sum_{i=1}^n \alpha_i y_i K(x_i, x) + b\right) \quad (1)$$

式中: $K(x_i, x)$ 是核函数, α_i 通过二次规划问题的对偶问题求解。 α_i 为与每个样本对应的 Lagrange 乘子。一部分不为零 α_i 对应的样本 x_i 就是支持向量(SV)。

许多关于 SVM 方法的研究,包括算法本身的改进和算法的实际应用,都陆续提出来了,最新的研究方法有块处理算法(chunking algorithm),SMO 算法[3]等。Platt 提出的 SMO(Sequential Minimal Optimization)算法将 SVM 的二次规划问题分解为最小的求解两个 Lagrange 乘子的优化问题,可通过解析的方法逐步求解,从而解决了内存消耗量过大的问题,也极大地提高了训练 SVM 的速度,使得 SVM 的广泛应用成为可能。我们采用 SMO 算法训练 SVM。

2 特征选择

2.1 Harr 特征

好的特征选取方法是分类的关键,本文使用 AdaBoost 算法从众多 Harr 特征中选出最具代表的特征,作为分类器的输入。一个理想的分类集应该减少分类器内部的变量数并且具有较高的可分性。为了避免分类器的维数过多并且加速训练和分类选择十分小的

宋华军:博士研究生

基金项目:863 计划(编号:2002AA731030)

特征集是很有必要的。一般使用线性特征作为一个分类器的输入。学者已经研究很多种有力的特征分析方法:主元分析(PCA)、傅氏变换、小波、索贝尔梯度等是在目标识别领域比较流行的方法并且也是线形的。在本文中,我们选用 P. Viola 的 Harr 特征集[4]。在 Viola 的方法中,使用矩形特征作为分类的依据。矩形特征的值是指图象上两个或者多个形状大小相同的矩形内部所有像素灰度值之和的差值。这些特征原形在 X 和 Y 方向独立的缩放整数倍数,组成新的特征,一直放大 X 和 Y 方向到 24。每一个特征在窗口每一个位置计算。

整个特征集包含 210,400 个特征。如此的特征数目对于训练分类器来说是非常巨大的,为了选取最具有代表性的特征,本文使用 AdaBoost 算法来从众多特征中选出一小部分特征。

2.2 AdaBoost 学习算法

AdaBoost 是一种迭代方法,通过从大量的弱分类器中选取最具有分类意义的那些弱分类器组合成一个强分类器,算法可以选择最能区分正样本和负样本的矩形特征。对每一个特征,弱分类器去定一个最优的分类函数的阈值,使得最少的样本被错误分类。一个弱分类器 $h_j(x)$ 因此就包含特征 f_j , 阈值 θ_j 和用于控制不等式方向的 p_j :

$$h_j(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } p_j f_j(x) < p_j \theta_j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5)$$

其中 x 为图像中的 24×24 的子窗口。这样得到的是单个的弱分类器,为了取得可信度较高的强分类器,算法采用了 AdaBoost 将多个弱分类器组合生成一个强分类器,具体学习算法见文献,得到最终的强分类器:

$$h(x) = \begin{cases} 1 & \sum_{i=1}^T a_i h_i(x) \geq \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T a_i \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad (6)$$

其中 $a_i = \log \frac{1}{\beta_i}$

Adaboost 算法选择多个弱分类器构成强分类器,实质上就是选择每个弱分类器所对应的特征。本文正是利用这一性质使用 AdaBoost 算法选择特征。

3 SVM 和 AdaBoost 目标检测算法

本文的算法由三个阶段组成,每个阶段用来分类大小的图像是否是目标或者非目标,三级层叠加速检测算法训练过程使用大小的样本图像。在算法的三个训练阶段,使用 AdaBoost 算法分别选择 30、50、200 个特征,同时保存每个特征所对应弱分类器的阈值。选择出特征后训练三个 SVM 分类器,在 SVM 训练过程中,对输入的样本图像使用选择出来的特征和阈值计算输入 SVM 训练器的特征值。在检测过程中,使用上述训练的三个分类器对输入被测图像进行检测,前两

个阶段很快排出大部分的非目标窗口,最后一个阶段对图像类别进行判断。检测流程如图 1:

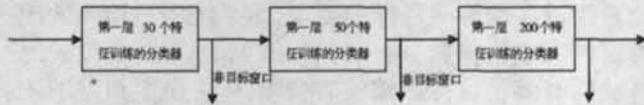


图 1 三阶段目标检测算法

实际检测时,由于目标具有不同的大小和位置。为了正确检测出目标,算法用分类器在图像中不同的位置,并且分别以 80% 的倍数缩小输入的原始被检测图像。

4 实验结果

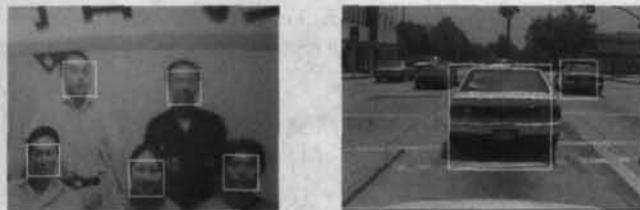
4.1 训练样本

我们算法评估实验中使用两种样本:样本 I 是权威的 CMU 人脸测试集;样本 II 是我们建立的汽车样本尾部库。对于汽车样本,我们从影片中截取了 200 幅包含各种汽车样本尾部的图像,使用程序将图像中的汽车剪切出来并且缩放到大小。使用“自举”的方法收集非目标图像样本,共收集 1600 个。SVM 算法使用 Chih-Chung Chang 和 Chih-Jen Lin 编写的 LibSvm 库。选用径向基 RBF 核函数 $K(X, X_i) = e^{-\frac{\|X-X_i\|^2}{2\sigma^2}}$, $\|X-X_i\|$ 表示两向量 X, X_i 取差后求模。 p_1 为常数,调整 p_1 可改善支持向量机的测量精度。

表 1 目标检测结果

测试集	测试样本类型	样本数	正确分类样本数	正确检测率(%)
人脸测试集	人脸测试样本	1140	1065	93.42
	非人脸测试样本	1374	1325	96.43
汽车测试集	汽车测试样本	126	114	88.88
	非汽车测试样本	425	386	90.82

从实验中得出,在检测的前两个阶段几乎排出了 98% 的非目标窗口,只剩下 2% 的图像窗口被第三个阶段最终分类为目标或非目标。算法排出非目标窗口的时间占总时间的 26%,而 74% 的时间用来分类被测图像。因此算法的大部分时间被用来检测可能是目标图像的窗口。



(a)某报纸部分图像识别结果 (b)汽车尾部检测结果

图 2 为目标检测的实例

图 2 给出了部分图片的检测结果。可以看到,本文的算法具有较强的鲁棒性,对于各种类型的图片具有很强的适应性。我们的算法具有比较快的检测速度,以图 2 为例,图象大小为 320×280 , 处理时间为 768 毫秒(赛扬 CPU2.4GHz)。该图象如果使用单纯的 SVM 方法则需要 7.2 秒。

从实验结果看,通过使用本文的加速检测算法,加快了检测速度,对于目标跟踪系统只在前一帧目标位置附近区域检测目标的要求,本系统中被检测的图像区域大小为像素,对于每秒25帧PAL制视频来说,算法能够满足目标跟踪实时要求(算法在主频为1GHz的TMS320C6416数字信号处理芯片上实现)。

5 结论

本文作者创新点:使用AdaBoost算法来选择Harr小波特征,使选择出来的部分特征更具有代表性意义;使用SVM层叠训练和分类算法,在保持算法精度的前提下极大地提高了算法的速度。

参考文献:

[1] Vapnik V N. The Nature of Statistical Learning Theory. New York: Springer-Verlag, 1995

[2] 龙云利等.基于小波变换与支持向量机的虹膜识别新算法[J].微计算机信息.2005,12-2:158-160

[3] Platt J. Sequential minimal optimization: A fast algorithm for training support vector machines[A]. In: Advances in Kernel Methods- Support Vector learning [C]. Massachusetts: The MIT Press, 1999:185-208

[4] P.Viola, and M.Jones, "Robust Real-Time Object Detection", Cambridge Research Laboratory Technical Report CRL 2001/01, Compaq CRL, February 2001

[5] Freund Y. Boosting a weak learning algorithm by majority. Information and Computation, 1995(121)

[6] Freund Y, Schapire R.E. A decision-theoretic generalization of online learning and an application to boosting. In Proc. Second European Conference on Computational Learning Theory, 1995

作者简介:宋华军(1978.3-),男,汉族,山东威海人中国科学院长春光学精密机械与物理研究所博士研究生,研究方向:实时目标跟踪、自动目标识别技术、数字信号处理的研究;朱明(1964-),男,江西南昌人,中国科学院长春光学精密机械与物理研究所研究员,从事数字图像处理、电视跟踪和自动目标识别技术的研究。

Biography: Song, HuaJun (1978.3-), Phd student in ChangChun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics in China. He has mainly researched on real time target tracking, automation target recognition, digital signal process and so on. Email: shjharbin@163.com

(130033 吉林 长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)宋华军 朱明

(100039 北京 中国科学院研究生院)宋华军

(200030 上海 上海交通大学计算机科学与工程系)范志刚

(ChangChun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Changchun 130033, China) Song, HuaJun Zhu, Ming

(Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, BeiJing 100039, China) Song, HuaJun

(Department of Computer Science and Engineering, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China) Fan, Zhigang

通讯地址:(130033 吉林 长春 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所)宋华军

(收稿日期:2006.3.12)(修稿日期:2006.4.10)

(上接第198页)

超纯铁精矿选矿厂的原矿铁粉,化验品位为72.03%;石英砂取自鞍山石英砂厂,经破碎和磨矿加工后制成,然后人工等量参入二氧化硅杂质。分别测量频率与品位的对应实验图如图5:

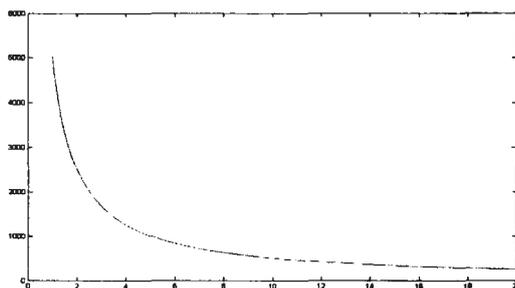


图5 频率与品位的关系

根据实验图形的形状采用 $y = \frac{a}{\sqrt{x}}$ 数学模型, y 为频率值, x 为品位。采用最小二乘法回归出不同温度下模型的系数 a , 反解 $x = \frac{a^2}{y^2}$ 编入程序实现品位分析软件。

5 结论

本文作者创新点:经过在某选矿厂的电磁精选机上实际使用验证:本仪表成本低、能够快速检测铁精矿的铁品位,是荧光、X射线等品位分析仪无法比拟的。在线品位精度能够达到1%,符合选矿设备自动控制的检测品位要求。而且提高了整个自动控制器的开发速度,减小了整个控制器的体积,便于设备的安装和调试。如果在选矿厂大面积推广,必将创造出更多的社会效益和经济效益。而且经过简单改造可以取代化学铁品位分析,为选矿车间的化验室节省药品,利于环境保护。

参考文献:

[1] 马鸿文.基于AT89C51单片机的电子计价秤的设计与实现[J].微计算机信息,2005,12-2:96-98

[2] 戈责贞.基于CPLD实现电阻、电感、电容的测量 山西电子技术 2004年6期

[3] 潘新民,王燕芳.单片微型计算机实用系统设计.北京:人民邮电出版社,1992,53~149

作者简介:杨兴满,男,1980年出生,硕士,主要从事检测技术及自动化装置的研究, E-mail: yangxingman@163.com, Biography: yangxingman, male, 1975, the tutor, the master, is mainly engaged in the application study of the measure technique and automatic device.

(110142 辽宁省沈阳市沈阳化工学院信息工程学院)杨兴满 魏立峰 张占胜 于婉丽

(Information Engineering Dept., Shenyang Institute of Chemical Technology, Shenyang 110142, China) Yang, Xingman Wei, Lifeng Zhang, Zhansheng Yu, Wanli

通讯地址:(110142 辽宁省沈阳市沈阳化工学院信息工程学院)杨兴满

(收稿日期:2006.2.10)(修稿日期:2006.3.8)