



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111353486 A

(43)申请公布日 2020.06.30

(21)申请号 201811562527.8

(22)申请日 2018.12.20

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市沈河区南塔街
114号

(72)发明人 史泽林 向伟 刘云鹏 蓝德岩
田政 王喆鑫

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限
公司 21002

代理人 李巨智

(51)Int.Cl.

G06K 9/32(2006.01)

G06K 9/46(2006.01)

G06K 9/62(2006.01)

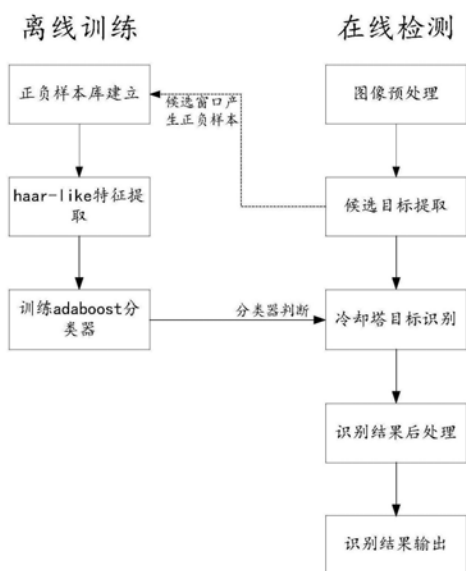
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种红外图像电厂冷却塔目标识别方法

(57)摘要

本发明涉及一种红外图像电厂冷却塔目标识别方法首先训练用于电厂冷却塔识别的Adaboost分类器,然后识别电厂冷却塔目标。本发明提出基于梯度的候选目标提取方法和基于haar-like特征表达和Adaboost分类器目标识别的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,可以在红外图像中可靠识别出电厂冷却塔目标,具有较高的召回率和较低的虚警率。与模板匹配算法相比,该方法不要基准图的参与,降低了对数据保障的要求,具有重要的应用价值。



1. 一种红外图像电厂冷却塔目标识别方法,其特征在于,首先训练用于电厂冷却塔识别的Adaboost分类器,然后识别电厂冷却塔目标,所述识别过程包括以下步骤:

步骤1:读入电厂冷却塔的红外图像,对图像进行方向滤波,得到方向滤波后图像;

步骤2:在方向滤波后图像中提取候选电厂冷却塔目标;

步骤3:对候选电厂冷却塔目标提取haar-like特征,使用训练后的Adaboost分类器识别候选电厂冷却塔目标;

步骤4:将识别出的电厂冷却塔目标结果进行融合,并输出融合后的电厂冷却塔目标。

2. 根据权利要求1所述的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,其特征在于:所述对图像进行方向滤波,包括:

步骤1.1:对图像进行水平方向差分运算,得到水平梯度图,并对水平梯度图通过直方图统计方法上下限幅;

步骤1.2:对图像进行垂直方向差分运算,得到垂直梯度图,并对垂直梯度图通过直方图统计方法上下限幅;

步骤1.3:将水平梯度图与垂直梯度图进行减法计算,并将计算结果中小于0的像素值置为0,再进行形态学滤波中开运算处理,得到方向滤波后的图像。

3. 根据权利要求2所述的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,其特征在于:所述通过直方图统计方法上下限幅,包括:通过直方图统计方法进行上限幅和下限幅;

所述上限幅为:

设定百分比上限阈值 t_1 ,在直方图统计的结果中,从最大值向最小值方向查找,查找到图像总像素数乘以 t_1 个像素后,对应的像素值 v_1 作为上限幅阈值,大于 v_1 的像素值均置为 v_1 ;

所述下限幅为:

设定百分比下限阈值 t_2 ,在直方图统计的结果中,从最小值向最大值方向查找,查找到图像总像素数乘以 t_2 个像素后,对应的像素值 v_2 作为下限幅阈值,小于 v_2 的像素值均置为 v_2 。

4. 根据权利要求1所述的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,其特征在于:所述在方向滤波后图像中提取候选电厂冷却塔目标,包括:对方向滤波后图像求取连通区域,得到连通区域的外接矩形,并根据外接矩形的位置和高度得到候选电厂冷却塔目标。

5. 根据权利要求4所述的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,其特征在于:所述外接矩形为高度大于阈值 TH 的外接矩形。

6. 根据权利要求4所述的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,其特征在于:所述根据外接矩形的位置和高度得到候选电厂冷却塔目标,包括:

设置三个尺度因子 r_B, r_M, r_S ,用于对外接矩形的高度进行比例调节,以外接矩形的左上,右上顶点为参考点,按照尺度因子向左和右扩充矩形框,得到候选电厂冷却塔目标。

7. 根据权利要求1所述的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,其特征在于:所述将识别出的电厂冷却塔目标结果进行融合,包括:

当电厂冷却塔目标的矩形框重合时,如果重合面积大于较小的矩形框面积的 K_1 倍,且重合面积大于较大的矩形框面积的 K_2 倍,则认为该重合的矩形框表示同一目标,并按照融合规则得到融合后的电厂冷却塔目标。

8. 根据权利要求7所述的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,其特征在于:所述融合规则为:将表示同一目标的重合的矩形框的每条边分别取平均值,作为融合后的矩形框的边,形成融合后的矩形框,作为融合后的电厂冷却塔目标。

9. 根据权利要求1所述的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,其特征在于:所述训练用于电厂冷却塔识别的Adaboost分类器,包括:

收集包含电厂冷却塔的图片作为正样本、不包含电厂冷却塔的图片作为负样本,建立训练集,提取训练集中的每个样本的haar-like特征,对Adaboost分类器进行训练。

一种红外图像电厂冷却塔目标识别方法

技术领域

[0001] 本发明涉及红外图像目标识别技术领域,具体地说是一种红外图像电厂冷却塔目标识别方法。

背景技术

[0002] 成像目标识别技术在自动目标识别,飞行器航路地形匹配、地标校验,目标搜寻、营救等领域有着广泛应用。红外成像具有分辨率高、动态范围大、全天时工作的优点,红外图像中的目标识别技术具有重要的研究意义。目前红外图像目标识别的研究成果主要针对空中、海上等简单背景。通常使用的方法包括图像滤波和提取目标图像特性。复杂背景下建筑物目标检测与识别技术的研究较少。

[0003] 本发明提供了一类典型的地物目标——电厂冷却塔的目标识别技术。电厂目标为复杂立体目标,具有形状、亮度、与背景的空间关系、电厂各建筑设施之间的空间关系等特征,在远距离红外图像中,可能既包含有天空、陆地与电厂以及其它各种自然的和人为的干扰。电厂目标冷却塔的距离电厂较近,高度也大致相等,可以更好的建立目标特征模型。冷却塔为双曲线典型特征建筑,相关研究人员提出了基于模板匹配的梯度矢量互相关的匹配测度方法,需要进行前期的基准图制备工作,而且由于模板与实时图之间存在较大的差异,为模板匹配方法带来较大的不确定性。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供一种红外图像电厂冷却塔目标识别方法,采用图像处理和机器学习技术,不要基准图的参与,降低了对数据保障的要求,具有较高的识别召回率和较低的虚警率。

[0005] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:

[0006] 一种红外图像电厂冷却塔目标识别方法,首先训练用于电厂冷却塔识别的Adaboost分类器,然后识别电厂冷却塔目标,所述识别过程包括以下步骤:

[0007] 步骤1:读入电厂冷却塔的红外图像,对图像进行方向滤波,得到方向滤波后图像;

[0008] 步骤2:在方向滤波后图像中提取候选电厂冷却塔目标;

[0009] 步骤3:对候选电厂冷却塔目标提取haar-like特征,使用训练后的Adaboost 分类器识别候选电厂冷却塔目标;

[0010] 步骤4:将识别出的电厂冷却塔目标结果进行融合,并输出融合后的电厂冷却塔目标。

[0011] 所述对图像进行方向滤波,包括:

[0012] 步骤1.1:对图像进行水平方向差分运算,得到水平梯度图,并对水平梯度图通过直方图统计方法上下限幅;

[0013] 步骤1.2:对图像进行垂直方向差分运算,得到垂直梯度图,并对垂直梯度图通过直方图统计方法上下限幅;

[0014] 步骤1.3:将水平梯度图与垂直梯度图进行减法计算,并将计算结果中小于 0 的像素值置为0,再进行形态学滤波中开运算处理,得到方向滤波后的图像。所述通过直方图统计方法上下限幅,包括:通过直方图统计方法进行上限幅和下限幅;

[0015] 所述上限幅为:

[0016] 设定百分比上限阈值 t_1 ,在直方图统计的结果中,从最大值向最小值方向查找,查找到图像总像素数乘以 t_1 个像素后,对应的像素值 v_1 作为上限幅阈值,大于 v_1 的像素值均置为 v_1 ;

[0017] 所述下限幅为:

[0018] 设定百分比下限阈值 t_2 ,在直方图统计的结果中,从最小值向最大值方向查找,查找到图像总像素数乘以 t_2 个像素后,对应的像素值 v_2 作为下限幅阈值,小于 v_2 的像素值均置为 v_2 。

[0019] 所述在方向滤波后图像中提取候选电厂冷却塔目标,包括:对方向滤波后图像求取连通区域,得到连通区域的外接矩形,并根据外接矩形的位置和高度得到候选电厂冷却塔目标。

[0020] 所述外接矩形为高度大于阈值 TH 的外接矩形。

[0021] 所述根据外接矩形的位置和高度得到候选电厂冷却塔目标,包括:

[0022] 设置三个尺度因子 r_B, r_M, r_S ,用于对外接矩形的高度进行比例调节,以外接矩形的左上,右上顶点为参考点,按照尺度因子向左和右扩充矩形框,得到候选电厂冷却塔目标。

[0023] 所述将识别出的电厂冷却塔目标结果进行融合,包括:

[0024] 当电厂冷却塔目标的矩形框重合时,如果重合面积大于较小的矩形框面积的 K_1 倍,且重合面积大于较大的矩形框面积的 K_2 倍,则认为该重合的矩形框表示同一目标,并按照融合规则得到融合后的电厂冷却塔目标。

[0025] 所述融合规则为:将表示同一目标的重合的矩形框的每条边分别取平均值,作为融合后的矩形框的边,形成融合后的矩形框,作为融合后的电厂冷却塔目标。

[0026] 所述训练用于电厂冷却塔识别的Adaboost分类器,包括:

[0027] 收集包含电厂冷却塔的图片作为正样本、不包含电厂冷却塔的图片作为负样本,建立训练集,提取训练集中的每个样本的haar-like特征,对Adaboost分类器进行训练。

[0028] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0029] 1. 提出基于梯度的候选目标提取方法和基于haar-like特征表达和Adaboost 分类器目标识别的红外图像电厂冷却塔目标识别方法,可以在红外图像中可靠识别出电厂冷却塔目标,具有较高的召回率和较低的虚警率;

[0030] 2. 与模板匹配算法相比,该方法不要基准图的参与,降低了对数据保障的要求,具有重要的应用价值。

附图说明

[0031] 图1是本发明的方法流程图;

[0032] 图2是本发明的电厂冷却塔目标识别结果示意图。

具体实施方式

[0033] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0034] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但本发明能够以很多不同于在此描述的方式来实施,本领域技术人员可以在不违背发明内涵的情况下做类似改进,因此本发明不受下面公开的具体实施的限制。

[0035] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本发明的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在发明的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本发明。

[0036] 如图1所示,本发明提供了一种红外图像电厂冷却塔目标识别方法,包括如下步骤:

[0037] 步骤一:读入图像,并对输入图像进行预处理。由于电厂冷却塔目标为双曲线特征建筑,两侧轮廓具有显著的水平梯度特征,较弱的垂直梯度特征,同位置处水平梯度要大于垂直梯度。根据此特点对输入图像进行方向滤波,实现目标增强。

[0038] 实施例中,首先对原始图像进行水平方向差分运算,得到水平梯度图edge1,对edge1通过直方图统计方法上下限幅。直方图统计方法上限幅是指将图像进行直方图统计后,设定一个百分比阈值 t_1 ,在直方图统计的结果中,从最大值向最小值方向查找,查找到图像总像素数乘以 t_1 个像素后,此时对应的像素值 v_1 作为上限幅阈值,大于 v_1 的像素值均置为 v_1 。类似的,直方图统计方法下限幅是在直方图统计结果中,从最小值向最大值方向查找,查找到的图像总像素数乘以百分比阈值 t_2 个像素后,此时对应的像素值 v_2 作为下限幅阈值,小于 v_2 的像素值置为 v_2 。找到 v_2, v_1 后,再讲图像线性拉伸到0~255。实施例中 t_1 取值0.2。 t_2 取值0.2。

[0039] 然后,对输入图像进行垂直方向差分运算,得到垂直梯度图edge2。同样的,对edge2进行直方图统计方法限幅。对应的, t_1 取值0.1, t_2 取值0.6。

[0040] 接下来,计算方向滤波的结果 $fImg = edge1 - edge2$ 。 $fImg$ 中小于0的值置为 0。

[0041] 最后对 $fImg$ 进行形态学滤波中开运算处理,剔除孤立点,得到预处理后图像。

[0042] 步骤二,提取候选电厂冷却塔目标。对预处理后的图像求取连通区域,得到连通区域的外接矩形,保留其中高度大于阈值 TH 的外界矩形,外界矩形高度接近电厂冷却塔在图像中的高度,因此根据外接矩形的位置和高度即可大致估算出电厂冷却塔的位置。以连通区域外接矩形的高度为基础,设置三个尺度因子 r_B, r_M, r_S ,以外接矩形的左上,右上顶点为参考点,按照尺度因子向左、右扩充矩形框,每个外接矩形扩充得到6个矩形框作为电厂冷却塔的候选目标位置。实施例中 TH 取值40。 r_B 取值1.5, r_M 取值1.2, r_S 取值0.9。

[0043] 步骤三,建立正负样本库,通过在训练图片中截取并平移扰动和步骤二得到电厂冷却塔候选目标,收集正样本图片36813个。通过训练图片中目标附近 (不包括目标)随机选择以及步骤二得到非电厂冷却塔候选目标,收集负样本图片180698个。所有正样本图片和负样本图片形成样本库。

[0044] 步骤四,提取样本库的haar-like特征,训练Adaboost分类器。Adaboost分类器采用级联分类器的方式进行训练。级联分类器就是将多个强分类器连接在一起进行操作。每一个强分类器都由若干个弱分类器加权组成。每个强分类器可以让几乎所有的正例通过,

同时滤除大部分负例。这样每一级的待检测正例就比前一级少,排除了大量的非检测目标,可大大提高检测速度。Adaboost的强分类器训练是一个迭代过程,流程如下:假定训练集为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$, x_i 为样本的haar-like特征向量, y_i 为类别标签 $\{-1, +1\}$ 。初始时,所有训练样本的权重都被设为相等值,在此样本分布下训练出一个弱分类器。在每次迭代的最后,都有一个调整权重的过程,被分类错误的样本将得到更高的权重。这样分错的样本就被突出出来,得到一个新的样本分布。在新的样本分布下,再次对弱分类器进行训练,得到新的弱分类器。经过T次循环,得到T个弱分类器,把这T个弱分类器按照一定的权重叠加起来,就得到强分类器。其分类假设为 $H(x) = \text{sign}\left(\sum_{t=1}^T \alpha_t h_t(x)\right)$ 。 $h_t(x)$ 为每次弱分类器分

类结果, α_t 是由每次弱分类器分类误差求得的权重系数。

[0045] 步骤五,对步骤二中所有候选目标提取haar-like特征,使用训练好的 Adaboost 识别候选目标是否为电厂冷却塔目标。

[0046] 步骤六,识别结果后处理。将Adaboost识别为冷却塔目标的结果,进行融合。对于同一电厂目标,可能含有若干的判断为冷却塔目标。采用如下现有方案处理:将所有方框按重合面积占两个方框中小方框面积的k1倍以上,占大方框面积的k2倍以上将方框分类。然后对每一类中的方框按照一定的规则选取一个较优的方框表示,即每一类方框中的上下左右四条边分别选取中值,从而构成新的方框作为最终目标位置。k1取值0.4, k2取值0.3。

[0047] 本发明提出的电厂冷却塔目标的识别结果示意图如图2所示,整体召回率90.72%,虚警率0.53%。

[0048] 其中召回率定义: $\text{召回率} = \frac{\text{实际识别到的目标数}}{\text{图像中所用的目标数}}$

[0049] 虚警率定义: $\text{虚警率} = \frac{\text{识别到的非目标个数}}{\text{所用识别的目标数}}$ 。

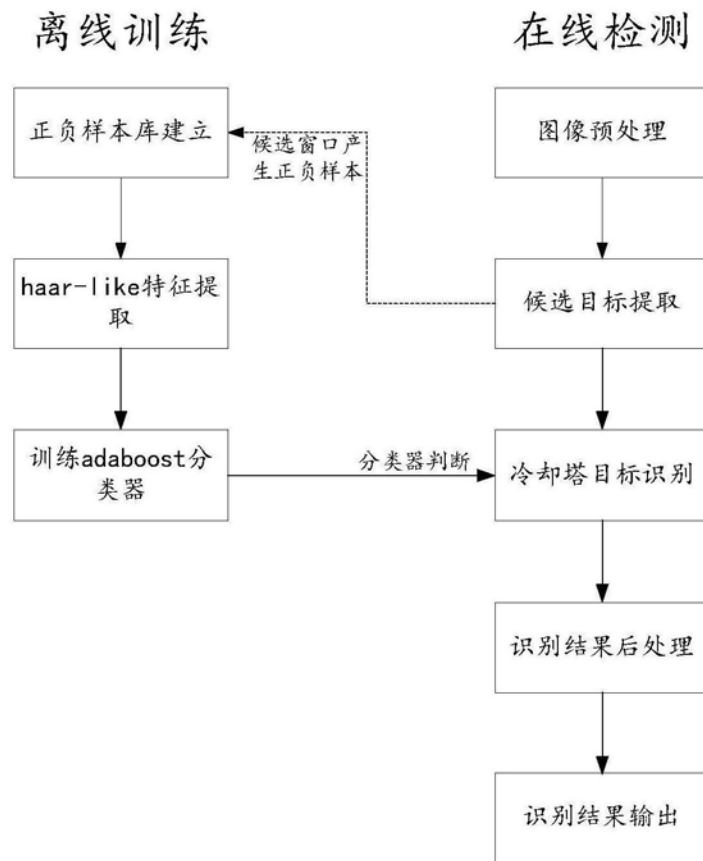


图1

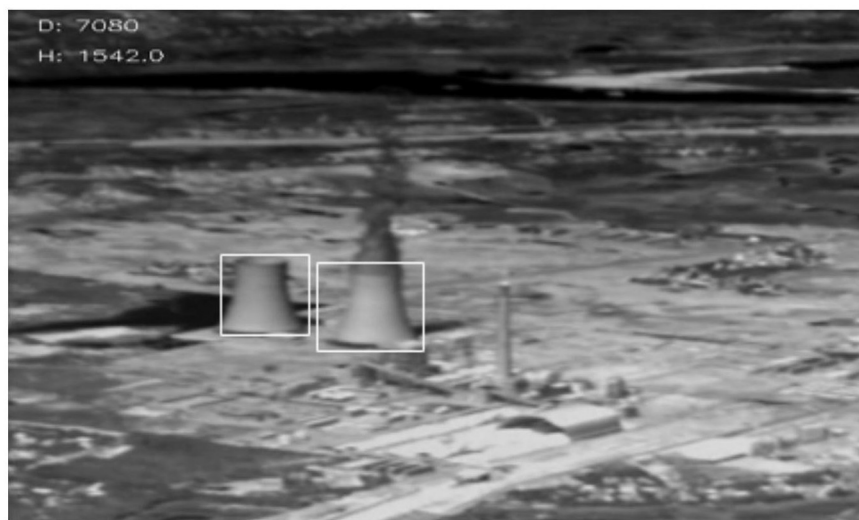


图2