



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107369291 A

(43)申请公布日 2017. 11. 21

(21)申请号 201710569387.6

(22)申请日 2017.07.13

(71)申请人 南京理工大学

地址 210094 江苏省南京市玄武区孝陵卫
200号

(72)发明人 白宏阳 胡福东 郭宏伟 苏文杰
李成美 梁华驹

(74)专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203

代理人 薛云燕

(51)Int.Cl.

G08B 21/00(2006.01)

G08B 29/18(2006.01)

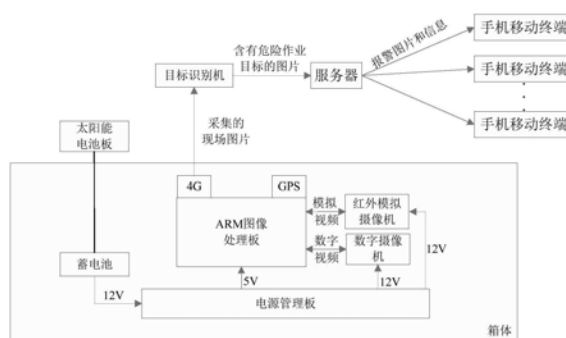
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于深度学习的高压线路防外力破坏预警
系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统及方法。该系统包括设置于箱体内部的蓄电池、电源管理板、ARM图像处理板、红外模拟摄像机、数字摄像机、GPS模块,以及设置于箱体外部的太阳能电池板、目标识别机、服务器和手机移动终端。方法如下:接收拍摄的图片作为训练样本集;构建卷积神经网络的网络模型;将训练的样本集转换数据格式后输入网络模型中得到最终的神经网络模型;输入采集的现场图片并对其进行采用中值滤波处理,得到预处理后的图像;采用选择性搜索提取候选区域;采用最终的卷积神经网络模型自提取特征;采用支持向量机分类器识别出该图像中的目标。本发明具有识别率高、实时性好等优点,方便大规模生产。



1. 一种基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统,其特征在于,包括设置于箱体内部的蓄电池、电源管理板、ARM图像处理板、红外模拟摄像机、数字摄像机、GPS模块,以及设置于箱体外部的太阳能电池板、目标识别机、服务器和手机移动终端,所述ARM图像处理板包括4G模块,其中:

所述的红外模拟摄像机与ARM图像处理板相连,用于对高压铁塔下图像数据的采集,同时将采集的图像通过4G模块发送给目标识别机;所述的数字摄像机与ARM图像处理板相连,用于对高压输电线路图像数据的采集,同时将输电线路图像通过4G模块发送给目标识别机,所述目标识别机对目标进行智能识别,并将识别结果通过服务器发送至手机移动终端;所述太阳能电池板通过蓄电池向电源管理板供电,电源管理板分别为ARM图像处理板、红外模拟摄像机、数字摄像机供电。

2. 根据权利要求1所述的基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统,其特征在于,所述的红外模拟摄像机采用工业级高清枪式摄像机,像素130万,供电电压为12V,安装在高压铁塔上,通过ARM图像处理板驱动该摄像机对高压铁塔下的目标进行监控。

3. 根据权利要求1所述的基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统,其特征在于,所述的数字摄像机由球机构成,最大监控距离为100m,供电电压为12V,安装在高压铁塔上,通过ARM图像处理板驱动该摄像机对输电线路上的目标进行监控。

4. 一种基于深度学习的高压线路防外力破坏预警方法,其特征在于,所述的目标识别机采用深度学习的方法,搭建深度神经网络对目标进行智能识别,具体步骤如下:

步骤1,连续接收拍摄的图片作为训练样本集;

步骤2,构建卷积神经网络的网络模型;

步骤3,将训练的样本集转换数据格式后输入网络模型中得到最终的神经网络模型;

步骤4,输入采集的现场图片并对其采用中值滤波处理,得到预处理后的图像;

步骤5,采用选择性搜索对预处理后的图像提取候选区域;

步骤6,将候选区域采用最终的卷积神经网络模型自提取特征;

步骤7,将提取后的特征采用支持向量机分类器识别出该图像中的目标,并判断出该目标是否为危险作业目标。

5. 根据权利要求4所述的基于深度学习的高压线路防外力破坏预警方法,其特征在于,步骤2所述构建卷积神经网络的神经网络模型,具体如下:

构建一个5层卷积网络,第一层为卷积层,使用64个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充100像素,输出64个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第二层为卷积层,使用128个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出128个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第三层为卷积层,使用256个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出256个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第四层为卷积层,使用512个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出512个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第五层为卷积层,使用512个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出512个特征图,特征图经降维处理后进入全连接层。

6. 根据权利要求4所述的基于深度学习的高压线路防外力破坏预警方法,其特征在于,

步骤5所述采用选择性搜索对预处理后的图像提取候选区域,具体为:首先将图像分割成1000~2000个区域,然后以此为基础,对相邻的区域进行相似度判断并融合,形成不同尺度下的区域。

基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及智能监控技术领域,特别是一种基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统及方法。

背景技术

[0002] 随着计算机视觉技术和图像并行处理技术的发展,目标识别技术在军事领域和航空航天、科学探测、天文观测以及视频监控等民用领域具有越来越广泛的应用。特别是在视频监控领域中,如果能够有效对高压输电线路下的目标进行识别,就可以及时向工作人员预警,减少由于大面积停电、人员伤亡等灾难事故造成的经济损失。

[0003] 目前传统目标识别的方法一般分为三个阶段:首先在给定的图像上选择一些候选的区域,然后对这些区域提取特征,最后使用训练的分类器进行分类识别。但是这种识别方法存在的两个主要问题:一个是基于滑动窗口的区域选择策略没有针对性,时间复杂度高,窗口冗余,给使用人员带来较大困难,识别的成功概率与工人的专业水平也有关系;二是手工设计的特征对于多样性的变化并没有很好的鲁棒性,尤其是要适应各种复杂外场的安装环境,困难非常大。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种制造成本较低、识别率高的基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统及方法,从而防止高压输电线路下方危险作业车辆及目标的电力设施被破坏。

[0005] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统,包括设置于箱体内部的蓄电池、电源管理板、ARM图像处理板、红外模拟摄像机、数字摄像机、GPS模块,以及设置于箱体外部的太阳能电池板、目标识别机、服务器和手机移动终端,所述ARM图像处理板包括4G模块,其中:

[0006] 所述的红外模拟摄像机与ARM图像处理板相连,用于对高压铁塔下图像数据的采集,同时将采集的图像通过4G模块发送给目标识别机;所述的数字摄像机与ARM图像处理板相连,用于对高压输电线路图像数据的采集,同时将输电线路图像通过4G模块发送给目标识别机,所述目标识别机对目标进行智能识别,并将识别结果通过服务器发送至手机移动终端;所述太阳能电池板通过蓄电池向电源管理板供电,电源管理板分别为ARM图像处理板、红外模拟摄像机、数字摄像机供电。

[0007] 进一步地,所述的红外模拟摄像机采用工业级高清枪式摄像机,像素130万,供电电压为12V,安装在高压铁塔上,通过ARM图像处理板驱动该摄像机对高压铁塔下的目标进行监控。

[0008] 进一步地,所述的数字摄像机由球机构成,最大监控距离为100m,供电电压为12V,安装在高压铁塔上,通过ARM图像处理板驱动该摄像机对输电线路上的目标进行监控。

[0009] 一种基于深度学习的高压线路防外力破坏预警方法,所述的目标识别机采用深度

学习的方法,搭建深度神经网络对目标进行智能识别,具体步骤如下:

- [0010] 步骤1,不断的接收拍摄的图片作为训练样本集;
- [0011] 步骤2,构建卷积神经网络的网络模型;
- [0012] 步骤3,将训练的样本集转换数据格式后输入网络模型中得到最终的神经网络模型;
- [0013] 步骤4,输入采集的现场图片并对其采用中值滤波处理,得到预处理后的图像;
- [0014] 步骤5,采用选择性搜索对预处理后的图像提取候选区域;
- [0015] 步骤6,将候选区域采用最终的卷积神经网络模型自提取特征;
- [0016] 步骤7,将提取后的特征采用支持向量机分类器识别出该图像中的目标,并判断出该目标是否为危险作业目标。
- [0017] 进一步地,步骤2所述构建卷积神经网络的网络模型,具体如下:
- [0018] 构建一个5层卷积网络,第一层为卷积层,使用64个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充100像素,输出64个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第二层为卷积层,使用128个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出128个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第三层为卷积层,使用256个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出256个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第四层为卷积层,使用512个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出512个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第五层为卷积层,使用512个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出512个特征图,特征图经降维处理后进入全连接层。
- [0019] 进一步地,步骤5所述采用选择性搜索对预处理后的图像提取候选区域,具体为:首先将图像分割成1000~2000个区域,然后以此为基础,对相邻的区域进行相似度判断并融合,形成不同尺度下的区域。
- [0020] 本发明与现有技术相比,其显著优点为:(1)采用深度学习的方法可以让机器自主学习特征,从而解放了繁琐的人工选取特征的步骤;(2)对危险作业目标识别率高、识别速率快,能保证实时性要求;(3)功耗低、可靠性高,且制造结构简单、成本低,方便大规模生产。

附图说明

- [0021] 图1为本发明基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统的结构示意图。
- [0022] 图2为本发明基于深度学习的高压线路防外力破坏预警方法的流程图。
- [0023] 图3为本发明采用的三种样本示例图,其中(a)为挖掘机样本示例图,(b)为吊车样本示例图,(c)为卡车样本示例图。
- [0024] 图4为本发明采用中值滤波对部分样本图像进行滤波处理并采用selective search对处理后的图像提取候选区域示例图。

具体实施方式

- [0025] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。
- [0026] 如图1所示,本发明基于深度学习的高压线路防外力破坏预警系统,硬件系统主要

包括设置于箱体内部的蓄电池、电源管理板、ARM图像处理板、红外模拟摄像机、数字摄像机、GPS模块,以及设置于箱体外部的太阳能电池板、目标识别机、服务器和手机移动终端,所述ARM图像处理板包括4G模块,其中:

[0027] 所述的红外模拟摄像机与ARM图像处理板相连,用于对高压铁塔下图像数据的采集,同时将采集的图像通过4G模块发送给目标识别机;所述的数字摄像机与ARM图像处理板相连,用于对高压输电线路图像数据的采集,同时将输电线路图像通过4G模块发送给目标识别机,所述目标识别机对目标进行智能识别,并将识别结果通过服务器发送至手机移动终端;

[0028] 太阳能电池板与蓄电池相连接,主要给蓄电池充电;蓄电池是给整个系统供电;红外模拟摄像机采用工业级高清枪式摄像机,像素130万,供电电压为12V,安装在高压铁塔上,它主要与ARM图像处理板相连,用于对高压铁塔下图像数据的采集,同时将采集的图像通过4G模块发送给目标识别机,通过ARM图像处理板驱动该摄像机对高压铁塔下的目标进行监控;数字摄像机由球机构成,最大监控距离在100m,供电电压为12V,安装在高压铁塔上,它主要与ARM图像处理板相连,用于对高压输电线路图像数据的采集,同时将输电线路图像通过4G模块发送给目标识别机,通过ARM图像处理板驱动该摄像机对输电线路上的目标进行监控;电源管理板主要给ARM图像处理板、红外模拟摄像机和数字摄像机供电;GPS模块用于对电力设施防外破系统进行定位;箱体是将蓄电池、红外模拟摄像机、数字摄像机、ARM图像处理板和电源管理板封装在一起;服务器是接收包含危险作业目标的图片并将该图片和报警信息发送到工作人员手机移动终端。

[0029] 如图2所示,本发明基于深度学习的高压线路防外力破坏预警方法,包括以下步骤:

[0030] 步骤1,不断的接收拍摄的图片作为训练样本集;

[0031] 步骤2,构建卷积神经网络的网络模型;

[0032] 步骤3,将训练的样本集转换数据格式后输入网络模型中得到最终的网络模型;

[0033] 步骤4,输入采集的现场图片并对其采用中值滤波处理,得到预处理后的图像;

[0034] 步骤5,采用选择性搜索对预处理后的图像提取候选区域;

[0035] 步骤6,将候选区域采用最终的卷积神经网络模型自提取特征;

[0036] 步骤7,将提取后的特征采用支持向量机分类器识别出该图像中的目标,并判断出该目标是否为危险作业目标。

[0037] 作为一种具体示例,步骤2所述构建卷积神经网络的网络模型,具体如下:

[0038] 构建一个5层卷积网络,第一层为卷积层,使用64个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充100像素,输出64个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第二层为卷积层,使用128个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出128个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第三层为卷积层,使用256个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出256个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第四层为卷积层,使用512个卷积核,卷积核窗口大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出512个特征图,特征图经降维处理后进入下一层,降维处理中下采样的核窗口大小为3*3个像素;第五层为卷积层,使用512个卷积核,卷积核窗口

大小为3*3个像素,边缘填充1像素,输出512个特征图,特征图经降维处理后进入全连接层。

[0039] 作为一种具体示例,步骤5所述采用选择性搜索对预处理后的图像提取候选区域,具体为:首先将图像分割成1000~2000个区域,然后以此为基础,对相邻的区域进行相似度判断并融合,形成不同尺度下的区域。

[0040] 实施例1

[0041] 本发明提出的识别方法对不同的地面危险作业目标进行实验,采用的样本库图像分别为卡车、挖掘机和吊车。共有450张,其中训练集300张,测试集150张。训练集中包括卡车120张、挖掘机120张和吊车120张,测试集中包括卡车30张、挖掘机30张和吊车30张,分辨率480*320,样本示例如图3所示,其中图3(a)为挖掘机样本示例图,图3(b)为吊车样本示例图,图3(c)为卡车样本示例图。

[0042] 实验中采用以下评价指标对识别效果进行评价:识别率 τ 其定义如公式(1)所示:

$$[0043] \quad \tau = \frac{N_1}{N} \quad (1)$$

[0044] 其中: N_1 是测试集中识别正确的个数, N 是测试集总的个数。

[0045] 如图4所示,采用中值滤波方式对部分测试样本进行滤波处理,并采用selectivesearch对处理后的图像提取候选区域。图4中,第一列为图像处理板采集的图像原图,第二列为中值滤波处理后的图像,第三列为提取候选区域后的图像,第四列为最终发往服务器的检测结果。

[0046] 然后将候选区域图像采用神经网络模型自提取特征,最后将提取后的特征采用SVM分类器识别出该图像中的目标。识别结果如表1所示。

[0047]

训练集个数	测试集个数	识别率(%)
360	90	91.11

[0048] 为了体现本发明的优越性,对测试集分别采用胡氏不变矩、深度学习的方法进行识别,识别效果如表2所示。

[0049]	识别方法 \ 测试结果	识别率(%)
	胡氏不变矩	70
	深度学习	91.11

[0050] 由表2可知,由本发明提出采用深度学习的方法对地面上的危险作业目标进行识别比采用胡氏不变矩的方法进行识别高出近21个百分点。结果表明,本文提出采用深度学习的方法对危险作业目标进行识别识别率较高。

[0051] 综上所述,本发明采用深度学习的方法对高压铁塔下危险作业目标进行检测与识别,具有识别率高、实时性好、成本低和结构简单等优点,制造结构简单、成本低,方便大规模生产,为高压铁塔下输电线路防外力破坏提供一种较好的解决方案。

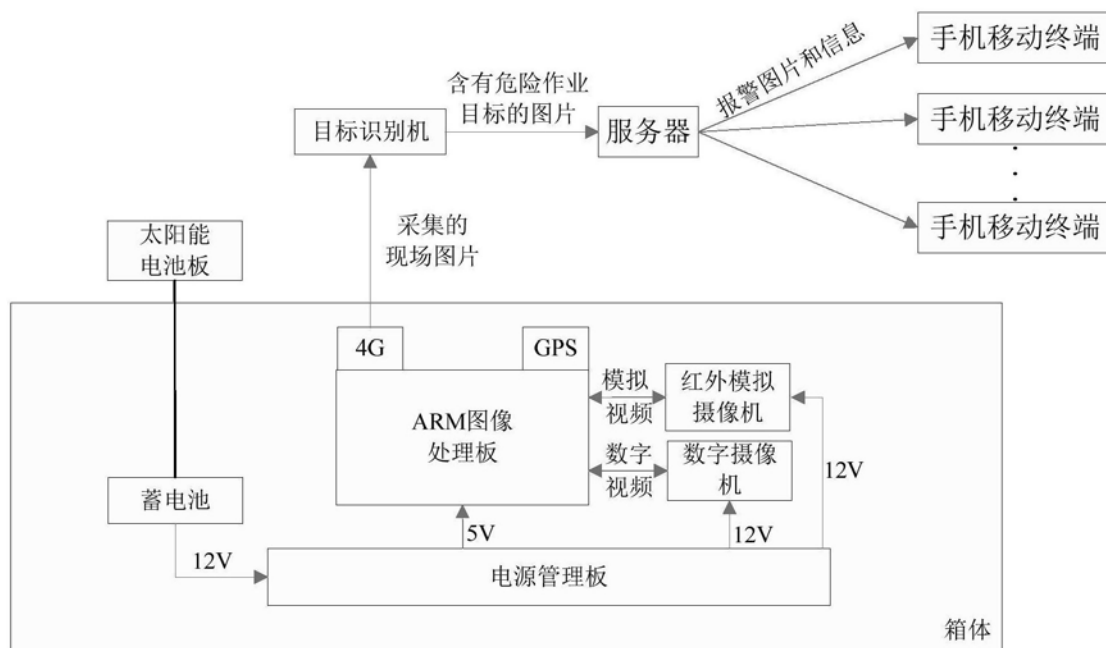


图1

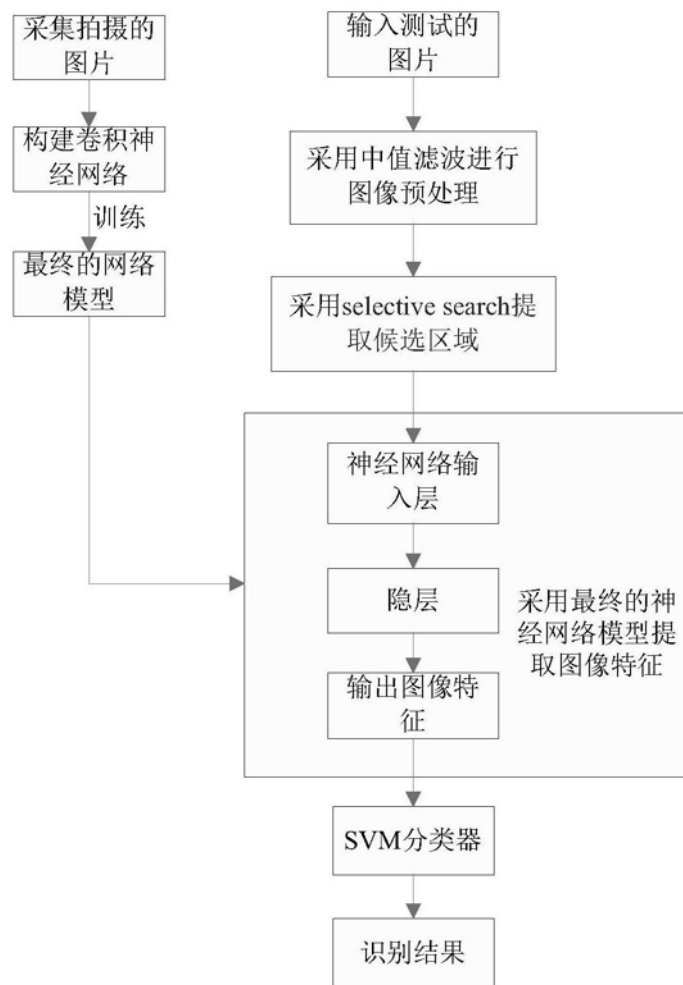


图2



(a)



(b)



(c)

图3



图4