



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114664048 B

(45) 授权公告日 2022.08.12

(21) 申请号 202210580626.9

(22) 申请日 2022.05.26

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114664048 A

(43) 申请公布日 2022.06.24

(73) 专利权人 环球数科集团有限公司
地址 518063 广东省深圳市南山区粤海街
道高新南九道10号深圳湾科技生态园
10栋B座17层01-03号

(72) 发明人 张卫平 丁焯 张思琪 黄筱雨
丁园

(74) 专利代理机构 北京清控智云知识产权代理
事务所(特殊普通合伙)
11919
专利代理师 马肃 林淡如

(51) Int.Cl.

H04N 7/18 (2006.01)

G08B 17/12 (2006.01)

G01J 5/48 (2006.01)

G06V 20/13 (2022.01)

G06V 20/52 (2022.01)

G06V 10/764 (2022.01)

审查员 郭亮威

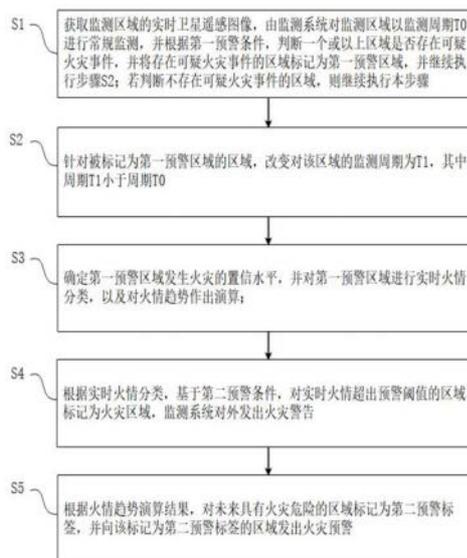
权利要求书2页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于卫星遥感监测的火情监测及火灾
预警方法

(57) 摘要

本发明涉及一种基于卫星遥感监测的火情
监测及火灾预警方法,所述预警方法通过对基于
时间序列的多幅卫星遥感多光谱辐射图像进行
差值处理,从而感知监测区域内是否存在疑似火
灾事件以及标记疑似发生火灾事件的第一预警
区域;并进一步的,对第一预警区域的卫星遥感
图像作进一步的多尺度深度特征进行提取,对该
区域的火情进行分类,以及进行火情趋势演算,
从而判断是否针对第一预警区域以及其相邻区
域发布火灾预警。



1. 一种基于卫星遥感监测的火情监测及火灾预警方法,其特征在于,所述预警方法包括以下步骤:

S1: 获取监测区域的实时卫星遥感图像,由监测系统对监测区域以监测周期 T_0 进行常规监测,并根据第一预警条件,判断一个或一个以上区域是否存在可疑火灾事件,并将存在可疑火灾事件的区域标记为第一预警区域,并继续执行步骤S2;

若判断不存在可疑火灾事件的区域,则继续执行本步骤;

其中,在步骤S1中具体包括以下子步骤:

S11: 采用配置于卫星中的多光谱辐射成像器获得监测区域的多光谱辐射图像,并对两幅多光谱辐射图像进行图像减除处理,找出新图像与较早前图像的差值图像,将新图像与较早前图像的包括位置特征、颜色特征的相同特征排除得到差值图像;

S12: 对差值图像进行抖动优化以提高图像的分辨率以及对对比度;

S13: 使用火情分析算法分析一个或一个以上的所述差值图像,排除不满足第一预警条件的区域后将剩余的可疑候选区域设为第一预警区域,所述使用火情分析算法分析一个或一个以上的所述差值图像包括,处理所述差值图像形成所述差值图像的辐射差直方图,将所述差值图像根据地理位置划分为多个网格,统计各个网格中多个像素辐射差的多项数学特征,其中数学特征包括平均值、最大值、标准偏差和半高全宽值,所述第一预警条件为通过多项数学特征的结合对所述辐射差直方图设定判断条件,包括:

A1: 设定异常差值的像素数量的一个最大阈值,并判断具有异常差值的像素数量是否超过异常差值的像素数量的最大阈值;

A2: 判断是否存在两个或两个以上像素数量的峰值;

A3: 判断网格中像素的辐射差数值的标准差是否超过辐射差数值的标准差最大阈值;

S2: 针对被标记为第一预警区域的区域,改变对该区域的监测周期为 T_1 ,其中周期 T_1 小于周期 T_0 ;

S3: 确定第一预警区域发生火灾的置信水平,并对第一预警区域进行实时火情分类,以及对火情趋势作出演算;

其中在步骤S3中具体包括:

采用高分辨率的卫星遥感图像对所述第一预警区域进行场景分类,以识别所述第一预警区域中的主要场景;使用机器学习方式对第一预警区域的遥感图像的多尺度深度特征进行提取,并且使用自适应深度金字塔匹配模型对第一预警区域的场景进行分类,确定所述第一预警区域发生火灾的置信水平,并且预测火灾的可持续性以及蔓延性;

第一预警区域的场景分类类型包括:

B1: 场景中是否为人为燃烧行为;

B2: 场景中是否为人口密集区;

B3: 场景中的主要物料;

B4: 场景中主要物料的可燃性;

火灾的置信水平分析包括:

计算中波或长波红外线与可见光或比红外线更短波长的光谱波段的辐射通量的比例;

火情趋势分析包括:

基于场景分类结果结合考虑因素分析火情发展趋势,其中考虑因素包括:

C1:所述第一预警区域的当前风向以及风速;

C2:所述第一预警区域与周边区域是否存在阻隔;

C3:所述第一预警区域与周边区域是否存在可燃性物料,若存在可燃性物料,则计算所述第一预警区域与该可燃性物料的距离;

S4:根据所述实时火情分类,基于火灾条件,对实时火情超出火灾预警阈值的区域标记为火灾区域,监测系统对外发出火灾警告;

S5:根据火情趋势演算结果,对未来具有火灾危险的区域标记为第二预警区域,并向该第二预警区域发出火灾预警。

一种基于卫星遥感监测的火情监测及火灾预警方法

技术领域

[0001] 本发明涉及卫星遥感技术领域。具体而言,涉及一种基于卫星遥感监测的火情监测及火灾预警方法。

背景技术

[0002] 现有消防设备中虽然已有火情监测装置,但一般采用热传感器、烟雾传感器或先进地采用视觉识别等方式进行监测,而采用固定式传感器进行火情监测时需要预先安装相关传感器,以及配置相关的监测服务器等,故实际应用的适用场合及范围受到极大限制而无法普及,以上方式适用于一般住宅或公共场所等场所;同时以上类型的传感器一般适用于安装在天花或者离地面3-4米的建筑结构上,一旦安装在较低位置则会因受抽烟影响引起误动作。虽然可将前述的热传感器安装在不适于安装烟感器的位置上,但我们知道,起火总是从发烟开始,当热传感器检测到一定温度并产生报警动作时,该火势往往已蔓延到难以迅速扑灭的程度。另一方面,当火情的涉及面积较广且同时涉及未知的地形、区域条件或者天气情况时,能否进一步的开展紧急火情应对行动,是关系于能否更早一步地控制火情的关键。而随着卫星遥感图像的应用技术趋于成熟,相关的技术方案能够显著地在相关领域提供帮助。

[0003] 查阅相关已公开的技术方案,公开号为TW201528214A的技术方案提出通过实施于现场环境的多个传感器,判断现场环境中是否出现与火灾相关的环境信号,从而对火灾的产生进行预警;公开号为US11238716B2的技术方案提出一种基于光电烟雾火灾探测报警方法,通过火灾样本和干扰源样本的至少两个散射角的散射光强度数据,并计算其样本参数,形成样本类别表;计算检测数据的样本参数进行比对,当比对结果为样本参数符合样本类别表时,从而输出火灾报警信号;公开号为JP6842192B2的技术方案提出一种用于控制由电气设备局部过热引起的预火条件的装置,通过监测电气设备发生燃烧时的特定气体的含量,从而识别电气设备是否出现火情。以上技术方案大都多数基于布置于临场的传感器进行监测,当需要监测的范围较大时,则其实施的难度以及成本都较大。

[0004] 背景技术的前述论述仅意图便于理解本发明。此论述并不认可或承认提及的材料中的任一种公共常识的一部分。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于,提供一种基于卫星遥感监测的火情监测及火灾预警方法,所述预警方法通过对基于时间序列的多幅卫星遥感多光谱辐射图像进行差值处理,从而感知监测区域内是否存在疑似火灾事件以及标记疑似发生火灾事件的第一预警区域;并进一步的,对第一预警区域的卫星遥感图像作进一步的多尺度深度特征进行提取,对该区域的火情进行分类,以及进行火情趋势演算,从而判断是否针对第一预警区域以及其相邻区域发布火灾预警。

[0006] 本发明采用如下技术方案:

[0007] 一种基于卫星遥感监测的火情监测及火灾预警方法,所述预警方法包括以下步骤:

[0008] S1:获取监测区域的实时卫星遥感图像,由监测系统对监测区域以监测周期 T_0 进行常规监测,并根据第一预警条件,判断一个或以上区域是否存在可疑火灾事件,并将存在可疑火灾事件的区域标记为第一预警区域,并继续执行步骤S2;

[0009] 若判断不存在可疑火灾事件的区域,则继续执行本步骤;

[0010] S2:针对被标记为第一预警区域的区域,改变对该区域的监测周期为 T_1 ,其中周期 T_1 小于周期 T_0 ;

[0011] S3:确定第一预警区域发生火灾的置信水平,并对第一预警区域进行实时火情分类,以及对火情趋势作出演算;

[0012] S4:根据所述实时火情分类,基于火灾条件,对实时火情超出火灾预警阈值的区域标记为火灾区域,监测系统对外发出火灾警告;

[0013] S5:根据火情趋势演算结果,对未来具有火灾危险的区域标记为第二预警区域,并向该第二预警区域发出火灾预警;

[0014] 其中,在步骤S1中,还包括以下子步骤:

[0015] S11:获得监测区域的多光谱辐射图像,并对两幅多光谱辐射图像进行图像减除处理,找出新图像与较早前图像的差值图像;

[0016] S12:对差值图像进行抖动优化以提高图像的分辨率以及对对比度;

[0017] S13:基于监测区域的差值图像的数据,若存在符合怀疑存在火情的数据特征,例如存在差值像素的峰值,则对怀疑存在火情的区域设置为可疑候选区域;

[0018] S14:使用火情分析算法分析一个或以上的所述差值图像,排除不满足第一预警条件的区域后,将剩余的可疑候选区域设为第一预警区域;

[0019] 可选地,在步骤S11中,包括采用配置于卫星中的多光谱辐射成像器,获取多光谱辐射图像;

[0020] 可选地,在步骤S3中,包括采用高分辨率的卫星遥感图像对所述第一预警区域进行场景分类,以识别所述第一预警区域中的主要场景;其中包括使用机器学习方式对所述第一预警区域的遥感图像的多尺度深度特征进行提取,并且使用自适应深度金字塔匹配模型对所述第一预警区域的场景进行分类,确定所述第一预警区域发生火灾的置信水平,并且预测火灾的可持续性以及漫延性;

[0021] 其中,所述预警方法包括采用一种基于卫星遥感监测的火情监测及火灾预警系统;所述预警系统包括:

[0022] 采集模块:用于获取包括卫星遥感影像、环境数据的原始数据信息;

[0023] 处理模块:用于处理由所述采集模块获取的数据;

[0024] 分析模块,被配置为分析处理后的数据用于对火情进行分析,并生成分析结果;

[0025] 发布模块,被配置为向目标用户发布火灾预警信息;

[0026] 可选地,所述分析模块包括:

[0027] 输入子模块,被配置为将处理后的多幅监测区域的卫星遥感图像输入到所述分析模块;

[0028] 图像差值分析子模块,被配置为执行以下图像分析步骤:

- [0029] A1:使用第一图像,通过图像减除处理减去第二图像,获得差值图像;
- [0030] A2:分析所述差值图像中是否出现差值异常的子区域;
- [0031] A3:从监测区域中排除不满足第一预警条件的子区域;
- [0032] A4:输出未被排除的子区域坐标;
- [0033] 其中,所述第一图像为当前最新采集的卫星遥感图像,所述第二图像的采集时间早于所述第一图像,并且所述第二图像包括被确认为不存在火情的安全状况图像;
- [0034] 可选地,在所述步骤A2中,包括以下子步骤:
- [0035] A21:形成所述差值图像的辐射差直方图;
- [0036] A22:从所述辐射差直方图中,分析一个或多个图像属性的以下数学特征:平均值、最大值、标准偏差和半峰全宽(FWHM)价值;
- [0037] 所述分析模块还包括场景分析子模块;所述场景分析子模块包括对卫星遥感图像进行以下所述第一预警区域的场景分类:
- [0038] B1:场景中是否为人为燃烧行为;
- [0039] B2:场景中是否为人口密集区;
- [0040] B3:场景中的主要物料;
- [0041] B4:场景中主要物料的可燃性;
- [0042] 可选地,所述分析模块还包括趋势分析子模块;所述趋势分析子模块包括基于场景分析子模块的分析结果,并结合以下因素,分析火情的发展趋势:
- [0043] C1:所述第一预警区域的当前风向以及风速;
- [0044] C2:所述第一预警区域与周边区域是否存在阻隔;
- [0045] C3:所述第一预警区域与周边区域是否存在可燃性物料,若存在可燃性物料,则计算所述第一预警区域与该可燃性物料的距离。
- [0046] 本发明所取得的有益效果是:
- [0047] 1. 本发明的预警装置通过采用可以覆盖大范围监测的卫星遥感图像技术,实施对大范围内区域进行火灾监测,区别于以往对大范围区域进行监测时需要大量安装监测设备的技术方案,大幅降低了实施的成本;
- [0048] 2. 本发明的预警方法通过分析疑似发生火情的区域作进一步的场景分类以及特征特征分析,提高对区域火情判断的置信水平,有效降低了对火灾的误判概率;
- [0049] 3. 本发明的预警方法可方便与现有的环境传感器以及视频监控方案进行配合工作,进一步提升对火灾的监测力度以及提高火灾预警的及时性和可靠性;
- [0050] 本发明的预警方法采用的预警系统,其硬件模块以及装置采用模块化设计和配合,后期可通过软件、硬件进行灵活优化和变更,节省了大量后期维护升级成本。

附图说明

- [0051] 从以下结合附图的描述可以进一步理解本发明。图中的部件不一定按比例绘制,而是将重点放在示出实施例的原理上。在不同的视图中,相同的附图标记指定对应的部分。
- [0052] 图1为本发明所述预警方法的步骤示意图;
- [0053] 图2为本发明中监测区域的预警流程示意图;
- [0054] 图3为本发明实施例中图像减除处理的示意图;

- [0055] 图4为本发明实施例中遥感图像进行减除处理的示意图；
- [0056] 图5为本发明所述网格401辐射差平均值直方图的示意图；
- [0057] 图6为本发明所述网格402辐射差平均值直方图的示意图。
- [0058] 附图中标号说明：401-第一网格；402-第二网格。

具体实施方式

[0059] 为了使得本发明的目的技术方案及优点更加清楚明白，以下结合其实施例，对本发明进行进一步详细说明；应当理解，此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明，并不用于限定本发明。对于本领域技术人员而言，在查阅以下详细描述之后，本实施例的其它系统、方法和/或特征将变得显而易见。旨在所有此类附加的系统、方法、特征和优点都包括在本说明书内，包括在本发明的范围内，并且受所附权利要求书的保护。在以下详细描述描述了所公开的实施例的另外的特征，并且这些特征根据以下将详细描述将是显而易见的。

[0060] 本发明实施例的附图中相同或相似的标号对应相同或相似的部件；在本发明的描述中，需要理解的是，若有术语“上”、“下”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或组件必须具有特定的方位，以特定的方位构造和操作，因此附图中描述位置关系的用语仅用于示例性说明，不能理解为对本专利的限制，对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语的具体含义。

[0061] 实施例一：

[0062] 目前对于火灾的预警方法多数基于布置于现场的传感器设备以及相关的管理监测系统；该类型系统在局部监测的效果能够满足一般的火灾监测要求；然而随着目前人类生活及经济的向外发展，其涉及的地理范围以及地理复杂程度大幅增长，因此需要一种能以更大监测范围工作的监测系统；

[0063] 基于应用逐渐成熟的卫星遥感影像系统配合图像处理算法，不仅可以对火灾火情进行分析预判，通过划定火灾严重性指导人们进行灭火策略指导，并且通过提高图像分析的精度，防止误判情况的发生；

[0064] 如附图1所示，一种基于卫星遥感监测的火情监测及火灾预警方法，所述预警方法包括以下步骤：

[0065] S1：获取监测区域的实时卫星遥感图像，由监测系统对监测区域以监测周期 T_0 进行常规监测，并根据第一预警条件，判断一个或以上区域是否存在可疑火灾事件，并将存在可疑火灾事件的区域标记为第一预警区域，并继续执行步骤S2；

[0066] 若判断不存在可疑火灾事件的区域，则继续执行本步骤；

[0067] S2：针对被标记为第一预警区域的区域，改变对该区域的监测周期为 T_1 ，其中周期 T_1 小于周期 T_0 ；

[0068] S3：确定第一预警区域发生火灾的置信水平，并对第一预警区域进行实时火情分类，以及对火情趋势作出演算；

[0069] S4：根据所述实时火情分类，基于火灾条件，对实时火情超出火灾预警阈值的区域标记为火灾区域，监测系统对外发出火灾警告；

[0070] S5：根据火情趋势演算结果，对未来具有火灾危险的区域标记为第二预警区域，并

向该第二预警区域发出火灾预警；

[0071] 其中,在步骤S1中,还包括以下子步骤:

[0072] S11:获得监测区域的多光谱辐射图像,并对两幅多光谱辐射图像进行图像减除处理,找出新图像与较早前图像的差值图像;

[0073] S12:对差值图像进行抖动优化以提高图像的分辨率以及对比度;

[0074] S13:基于监测区域的差值图像的数据,若存在符合怀疑存在火情的数据特征,例如存在差值像素的峰值,则对怀疑存在火情的区域设置为可疑候选区域;

[0075] S14:使用火情分析算法分析一个或以上的所述差值图像,排除不满足第一预警条件的区域后,将剩余的可疑候选区域设为第一预警区域;

[0076] 可选地,在步骤S11中,包括采用配置于卫星中的多光谱辐射成像器,获取多光谱辐射图像;

[0077] 可选地,在步骤S3中,包括采用高分辨率的卫星遥感图像对所述第一预警区域进行场景分类,以识别所述第一预警区域中的主要场景;其中包括使用机器学习方式对所述第一预警区域的遥感图像的多尺度深度特征进行提取,并且使用自适应深度金字塔匹配模型对所述第一预警区域的场景进行分类,确定所述第一预警区域发生火灾的置信水平,并且预测火灾的可持续性以及漫延性;

[0078] 其中,所述预警方法包括采用一种基于卫星遥感监测的火情监测及火灾预警系统;所述预警系统包括:

[0079] 采集模块:用于获取包括卫星遥感影像、环境数据的原始数据信息;

[0080] 处理模块:用于处理由所述采集模块获取的数据;

[0081] 分析模块,被配置为分析处理后的数据用于对火情进行分析,并生成分析结果;

[0082] 发布模块,被配置为向目标用户发布火灾预警信息;

[0083] 可选地,所述分析模块包括:

[0084] 输入子模块,被配置为将处理后的多幅监测区域的卫星遥感图像输入到所述分析模块;

[0085] 图像差值分析子模块,被配置为执行以下图像分析步骤:

[0086] A1:使用第一图像,通过图像减除处理减去第二图像,获得差值图像;

[0087] A2:分析所述差值图像中是否出现差值异常的子区域;

[0088] A3:从监测区域中排除不满足第一预警条件的子区域;

[0089] A4:输出未被排除的子区域坐标;

[0090] 其中,所述第一图像为当前最新采集的卫星遥感图像,所述第二图像的采集时间早于所述第一图像,并且所述第二图像包括被确认为不存在火情的安全状况图像;

[0091] 可选地,在所述步骤A2中,包括以下子步骤:

[0092] A21:形成所述差值图像的辐射差直方图;

[0093] A22:从所述辐射差直方图中,分析一个或多个图像属性的以下数学特征:平均值、最大值、标准偏差和半峰全宽(FWHM)价值;

[0094] 所述分析模块还包括场景分析子模块;所述场景分析子模块包括对卫星遥感图像进行以下所述第一预警区域的场景分类:

[0095] B1:场景中是否为人为燃烧行为;

- [0096] B2:场景中是否为人口密集区;
- [0097] B3:场景中的主要物料;
- [0098] B4:场景中主要物料的可燃性;
- [0099] 可选地,所述分析模块还包括趋势分析子模块;所述趋势分析子模块包括基于场景分析子模块的分析结果,并结合以下因素,分析火情的发展趋势:
- [0100] C1:所述第一预警区域的当前风向以及风速;
- [0101] C2:所述第一预警区域与周边区域是否存在阻隔;
- [0102] C3:所述第一预警区域与周边区域是否存在可燃性物料,若存在可燃性物料,则计算所述第一预警区域与该可燃性物料的距离;
- [0103] 对于一个监测区域,其预警流程示意图如附图2所示;
- [0104] 其中,优选地在卫星遥感系统中,包括采用碲镉汞(HgCdTe)多光谱传感器进行遥感图像的采集,该多光谱传感器尤其适用通过近红外以及中红外波段光谱感应,作为反映火灾程度,表现出了较好的敏感侦测效果;同时,配置的碲镉汞多光谱传感器优选地仅用作火灾监测用途,以保证其在长期连续的火灾监测中,均能够保持至少1分钟能够对监测区域进行一次完整的多光谱扫描;
- [0105] 另一方面,传统的火情检测方法,是通过包括可见光(用于识别日光杂波)、近红外、中红外或近红外和中红外的若干个波段对监视区域进行红外线成像,当存在火灾时,火情点的热排放将达到一定峰值,从而寻找高温点作为火情点;然而由于各种气候的原因,例如较强的太阳照射、较厚云层的遮盖、夜间温度的变化、地形的变化、地面阴影的变化等,令该方法存在较大误差;人们通过增加光信息采集器的孔径、调整观测的光谱频段或者提高遥感图像的识别算法等方式,提高火灾的识别速度和精确度,然而上述方法都具有较为明显的边际效应;
- [0106] 因此,本技术方案中首要通过基于时序排列的多个遥感图像找到不同时间的像素与其自身及其邻近像素之间的关键差异;
- [0107] 在本实施例中,通过所述采集模块获得两个或多个遥感图像;这些遥感图像包括基于一个或多个波长段图像数据;并且这些遥感图像由若干采样间隔分开;
- [0108] 进一步的,采集模块还包括根据需要选择其他类型图像,例如卫星遥感云图、风速图、大气压力图等;这些其他类型图像中的一些可以基于同一监测区域的相关图像,用于作为之后所述处理模块或所述分析模块的参考数据;
- [0109] 进一步的,所述采集模块将多个遥感图像作为输入图像,输入到所述处理模块中;其中,所述处理模块对输入图像进行数据清洗、归一化、标准化等数据处理方式;
- [0110] 在一些实施方式中,包括对输入图像进行抖动优化处理以增加图像分辨率、减少量化误差以及减少可能以其他方式存在于图像中的大规模噪声;与天文抖动不同,这种抖动是针对由同一地理区域或区域上的表面构成的图像;
- [0111] 当多个输入图像完成处理,并且多个输入图像处于可用状态后,相隔一个或一个以上采样间隔周期的图像随即进行图像减除处理;此时,将较晚采集的图像作为所述第一图像,减去较早采集的第二图像,减除的结果是获得所述差值图像;虽然本文中称所述差值图像为图像,其可以以图像形式呈现,但更恰当地,所述差值图像可描述为存储在处理器中的阵列数据;

[0112] 优选地,选取的输入图像通常基于使烟雾或水蒸气的影响最小化的多个红外波长段;在多光谱成像仪中,可能有几张以不同波长拍摄的图像;例如以 $4.05\mu\text{m}$ (中波 IR) 波长拍摄的图像往往会减轻烟雾的影响;通过采集不同红外波长的遥感图像,从而可以选择其中最真实且稳定反映监测区域实际情况的遥感图像;

[0113] 其中,所采用的图像减除处理应当理解为一种图像基础算法,如附图3所示,通过将第一图像以及第二图像中相同特征(可选地包括位置特征、颜色特征等)排除,并余下两幅图像中具有差异化数据的部分,得到如附图3中(c)图所示的差值图像;图像减除处理应被图像技术相关技术人员所熟知,在此不作赘述;

[0114] 通过图像减除处理,可获得较晚采集的图像中与较早采集的图像中存在的差异,并可以进一步明确为红外光谱部分的差异,用于后续火情的分析;

[0115] 进一步的,处理所述差值图像,并形成所述差值图像的辐射差直方图;

[0116] 在一些实施方式中,包括将所述差值图像根据地理位置划分为多个网格;进一步的,统计各个网格中多个像素的辐射差表现;其中包括统计各个网格中多个像素辐射差的多项数学特征的表现,其中数学特征包括平均值、最大值、标准偏差(σ)和半高全宽(FWHM)值,并且找出其中的峰值点是否与y轴出现明显偏差;

[0117] 作为举例说明,将附图4的(a)图作为第一图像,而附图4的(b)图作为第二图像,通过图像减除处理,获得差值图像如附图4中(c)图所示;

[0118] 对于其中的第一网格401,取其辐射差的平均值生成辐射差直方图如附图5所示;明显地,对于第一网格401而言,其绝大多数像素的辐射值没有明显差异,因此体现在辐射差直方图,曲线的峰值出现在y轴附近;

[0119] 而相对地,对于其中的第二网格402,取其辐射差的平均值生成辐射差直方图如附图6所示;对于第二网格402而言,辐射差的平均值的峰值偏离了y轴,表明有大量像素点出现了明显的辐射差;因此对于第一图像而言,第二网格402表示的区域必然出现了异常;

[0120] 在其他实施方式中,可以采用其他的数学特征进行异常判断,并且可以通过结合两项或以上的数学特征进行异常判断;

[0121] 其中,所述第一预警条件,可以根据多项数学特征对所述差值图像或者所述辐射差直方图设定判断条件;

[0122] 有一些实施方式中,包括设定异常差值的像素数量的一个最大阈值,并判断具有异常差值的像素数量是否超过该阈值;

[0123] 在另一些实施方式中,包括判断是否存在两个或以上像素数量的峰值;

[0124] 在另一些实施方式中,判断网格中像素的辐射差数值的标准差是否超过一个最大阈值;

[0125] 通过以上对遥感图像的处理,分析确定一个或多个如第二网格402的区域是否发生了可疑火灾事件,并将这些发生了可疑火灾事件的区域设为第一预警区域,同时排除其余没有可疑火灾事件的区域;

[0126] 进一步的,通过以上对遥感图像的处理方式,可以持续跟进所述第一预警区域的火情发展,例如:

[0127] 进一步的,通过以上判断方式,可通过分析两个第一预警区域的差值图像是否发生持续变化,从而判断火情是在维持相同水平、增强或者是正在减弱。

[0128] 实施例二：

[0129] 本实施例应当理解为至少包含前述任意一个实施例的全部特征，并在其基础上进一步改进；

[0130] 进一步的，需要对所述第一预警区域进行火情的置信水平分析，从而进一步确定是否需要明确定义所述第一预警区域发生了可被预警的火灾情况；

[0131] 在一种实施方式中，包括计算中波或长波红外线与可见光或比红外线更短波长的光谱波段的辐射通量比例；可选地，采用以下计算式进行计算：

[0132] $\omega = Q_{IR} / Q_k$ ；

[0133] 其中， Q_{IR} 即遥感图像中中波或长波红外线的光辐射通量， Q_k 为可见光或比红外线更短波长的光谱波段的辐射通量；比例 ω 在一般情况下，应该至少大于0.71；

[0134] 在一种实施方式中，基于在所述第一预警区域内的多个像素的辐射通量，根据拉普拉斯边缘测试排除不满足火灾条件的所述第一预警区域；拉普拉斯测试的目的，是计算疑似发生火情的像素与相邻像素的辐射通量，该两者的比值应超过某个值；一个像素的二维拉普拉斯算子应与其周围八个像素成正比；如果发生火情的区域对应像素的拉普拉斯检验结果为0，则表明该像素只是周围像素的平均值，因此其发生火情的可能性并不大；而相对地，通过统计高于周围像素的相应拉普拉斯测试结果的像素，其发生火情的潜在可能性将明显更大；

[0135] 进一步的，包括对遥感图像进行抖动重采样；可以在任一方向进行，进行一次或多次重采样以生成抖动图像结果；如果在对相应的地理位置偏移一小部分像素进行重新采样后，产生相同的信号，则像素中表示发生了火情的可能性更高，作为火情判断应是更为合理的。

[0136] 实施例三：

[0137] 本实施例应当理解为至少包含前述任意一个实施例的全部特征，并在其基础上进一步改进；

[0138] 由于火灾的持续以及发展，与火灾区域中的环境情况有直接关系；例如，当环境中存在大量易燃物料时，火情大概率会持续并且有向更严重方向发展；当一个起火区域与邻近区域没有有效阻隔，并且区域内的风向有利于火情的扩散时，则容易引起邻近区域的连续起火；

[0139] 因此本实施例中，包括通过对遥感图像进行场景分类分析，对所述第一预警区域火情趋势作出预测，并对所述第一预警区域的火情是否会向周边区域扩散作出预测；

[0140] 可选地，包括持续获取所述第一预警区域的遥感图像；

[0141] 可选地，包括采用以下深度学习的方法对所述第一预警区域的遥感图像进行场景分类：

[0142] 步骤S501：生成多尺度图像：对待分类的遥感场景图像，将该图像划分为多个不同尺度 $N \times N$ 的图像，得到一组包括多个尺度的图像集合，其中 N 的取值可根据传感器空间分辨率以及遥感图像中一个目标区域的像素范围确定，从而平衡计算时间与结果精度；以原始图像分辨率为 600×600 为例，相应地， N 优选地可取值为64, 128, 192; 256, 384；

[0143] 步骤S502：提取多尺度深度特征：将多尺度图像送入到带有空间金字塔池化的卷积神经网络进行训练，以此来提取多尺度深度特征；提取多尺度深度特征的体系结构，包含

五个卷积层,一个空间金字塔池化层,两个全连接层和一个softmax层;类似于空间金字塔匹配,将分区的特征映射到越来越细的子区域,通过最大池化来池化每个子区域内的特征;假设最后一个卷积层后的每个特征映射的大小为 $a \times a$,并且每个特征映射被划分成大小为 $n \times n$ 的子区域;空间金字塔池化可以视为滑动窗口模式下窗口大小为 a/n ,步幅为 a/n 的卷积算子;可选地,设置三个级别的空间金字塔池化配置, $n \times n$ 的子区域分别设为 1×1 、 2×2 和 4×4 ;空间金字塔池化的最终输出是将这三个级别的池化结果连接成一个向量,产生一个固定长度表示,无需考虑输入图像的尺寸;这些不同尺度的输入图像共享一个空间金字塔池化网络;

[0144] 步骤S503:融合卷积特征:对每个尺度的输入图像,运用自适应深度金字塔匹配模型去融合从所有卷积层中提取的特征;

[0145] 步骤S504:集结多尺度分类结果:将带有交叉核直方图的多个尺度图像的深层特征送入分类器,得到分类结果;

[0146] 以上步骤可以使用LIBSVM软件包实现;然后利用多数投票策略集成所有尺度的多个结果,从而最终完成遥感图像的场景分类;

[0147] 通过对所述第一预警区域的场景分类,可以包括识别所述第一预警区域中的主要场景,例如为仓库、树林、房屋、裸露土地等;进一步的,包括分析树林密度、房屋材质为砖木结构或者混凝土结构等,从而确定所述第一预警区域中是否具有令火情持续发展的条件;

[0148] 进一步的,包括判断所述第一预警区域中是否具有令火情在地理位置上连续扩散的条件,例如密集的大面积的仓库环境;而另一方面,若所述第一预警区域与周边区域的某方向上,存在空旷的水泥地面,或者以河流、墙体等不利于火情扩散的条件,则可以预见所述第一预警区域向该方向扩散的可能性较小。

[0149] 在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中未详述或记载的部分,可以参见其它实施例的相关描述。

[0150] 虽然上面已经参考各种实施例描述了本发明,但是应当理解,在不脱离本发明的范围的情况下,可以进行许多改变和修改。也就是说上面讨论的方法,系统和设备是示例。各种配置可以适当地省略,替换或添加各种过程或组件。例如,在替代配置中,可以以与所描述的顺序不同的顺序执行方法,和/或可以添加,省略和/或组合各种部件。而且,关于某些配置描述的特征可以以各种其他配置组合,如可以以类似的方式组合配置的不同方面和元素。此外,随着技术发展其中的元素可以更新,即许多元素是示例,并不限制本公开或权利要求的范围。

[0151] 在说明书中给出了具体细节以提供对包括实现的示例性配置的透彻理解。然而,可以在没有这些具体细节的情况下实践配置例如,已经示出了众所周知的电路,过程,算法,结构和技术而没有不必要的细节,以避免模糊配置。该描述仅提供示例配置,并且不限制权利要求的范围,适用性或配置。相反,前面对配置的描述将为本领域技术人员提供用于实现所描述的技术的使能描述。在不脱离本公开的精神或范围的情况下,可以对元件的功能和布置进行各种改变。

[0152] 综上,其旨在上述详细描述被认为是例示性的而非限制性的,并且应当理解,以上这些实施例应理解为仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的保护范围。在阅读了本发明的记载的内容之后,技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等效变化和修饰同样

落入本发明权利要求所限定的范围。



图1

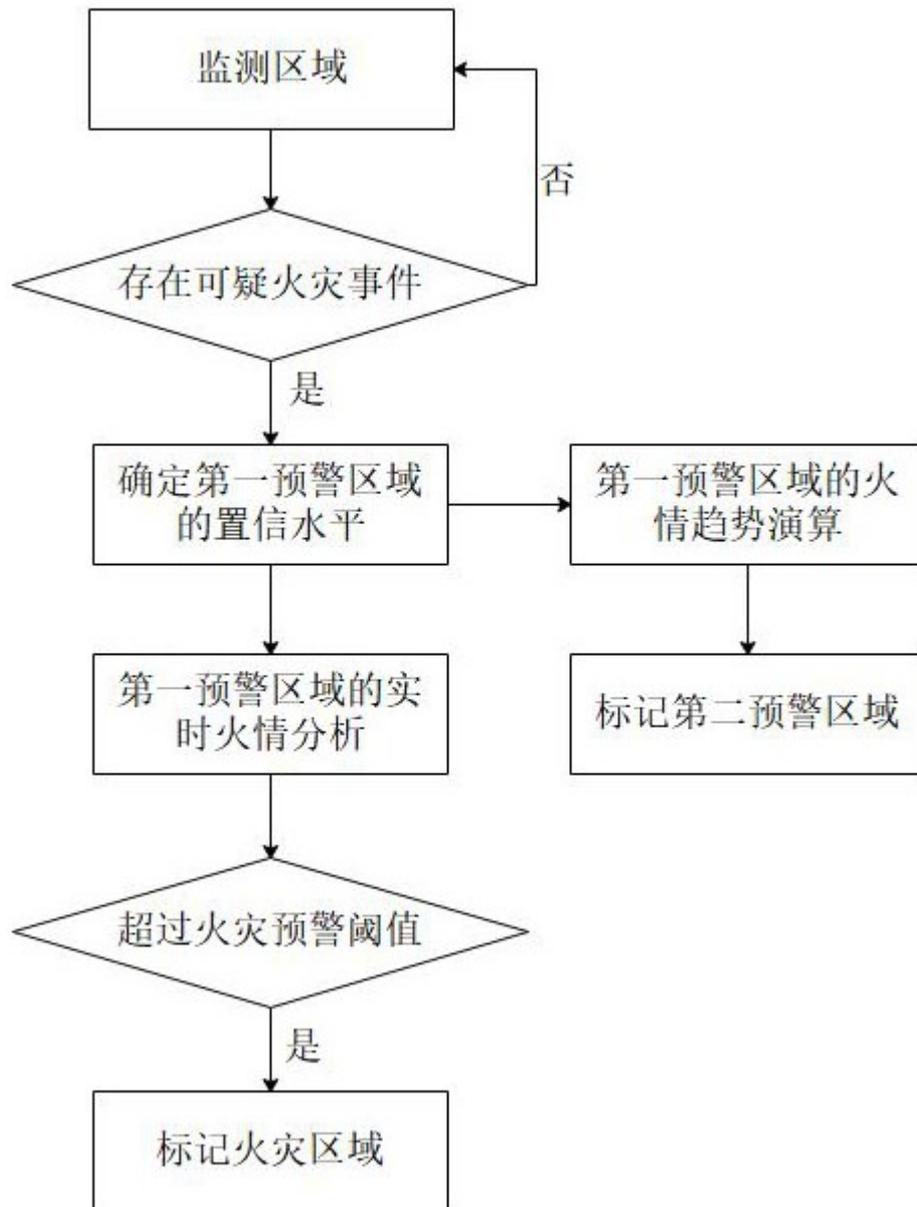


图2



图3

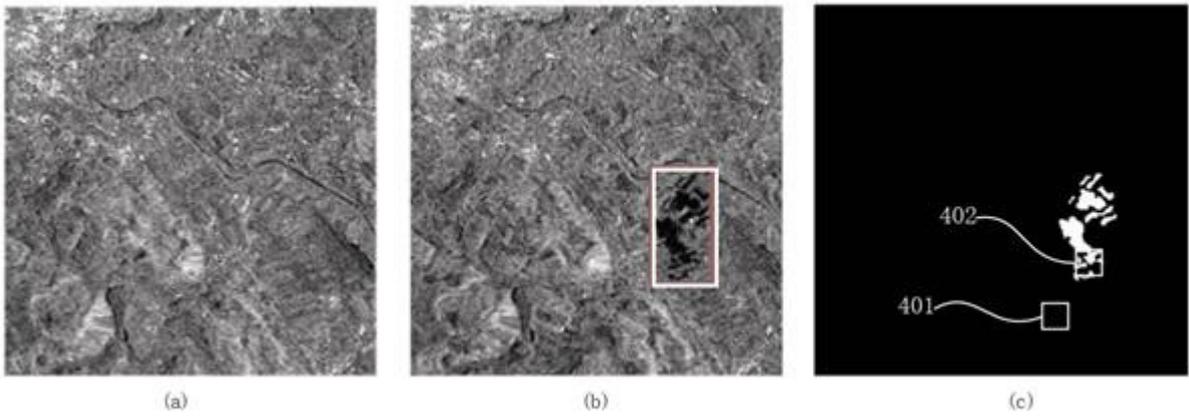


图4

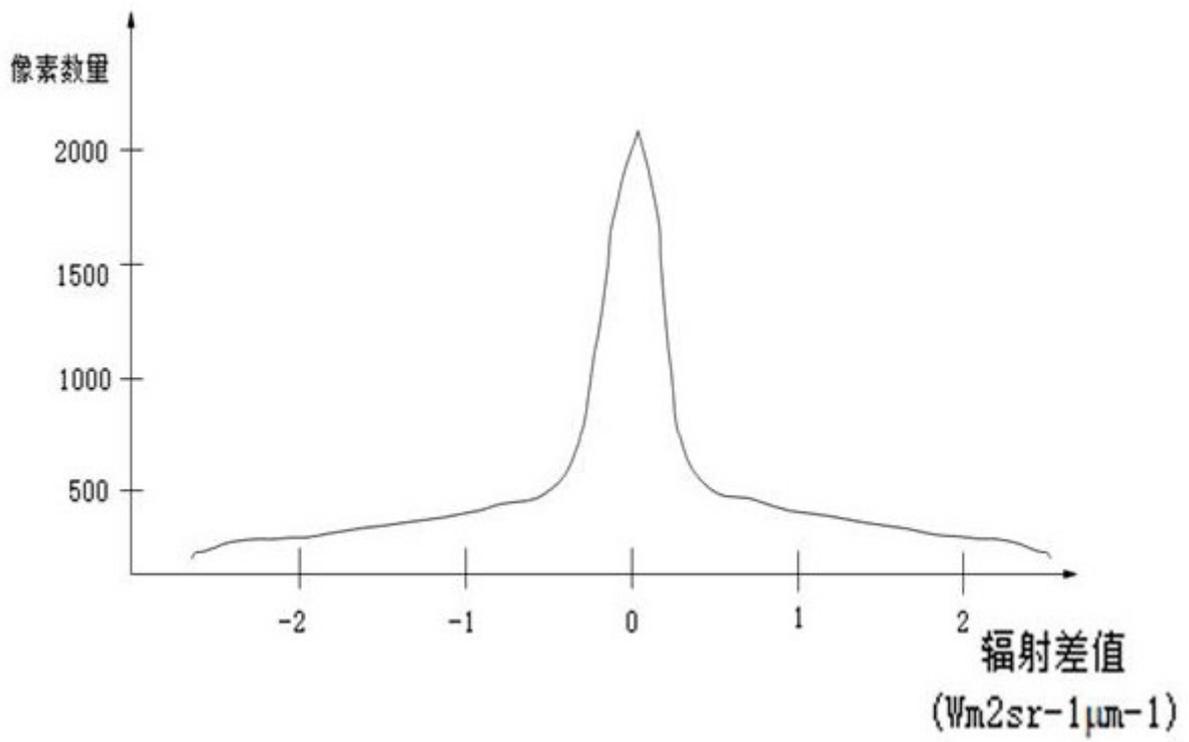


图5

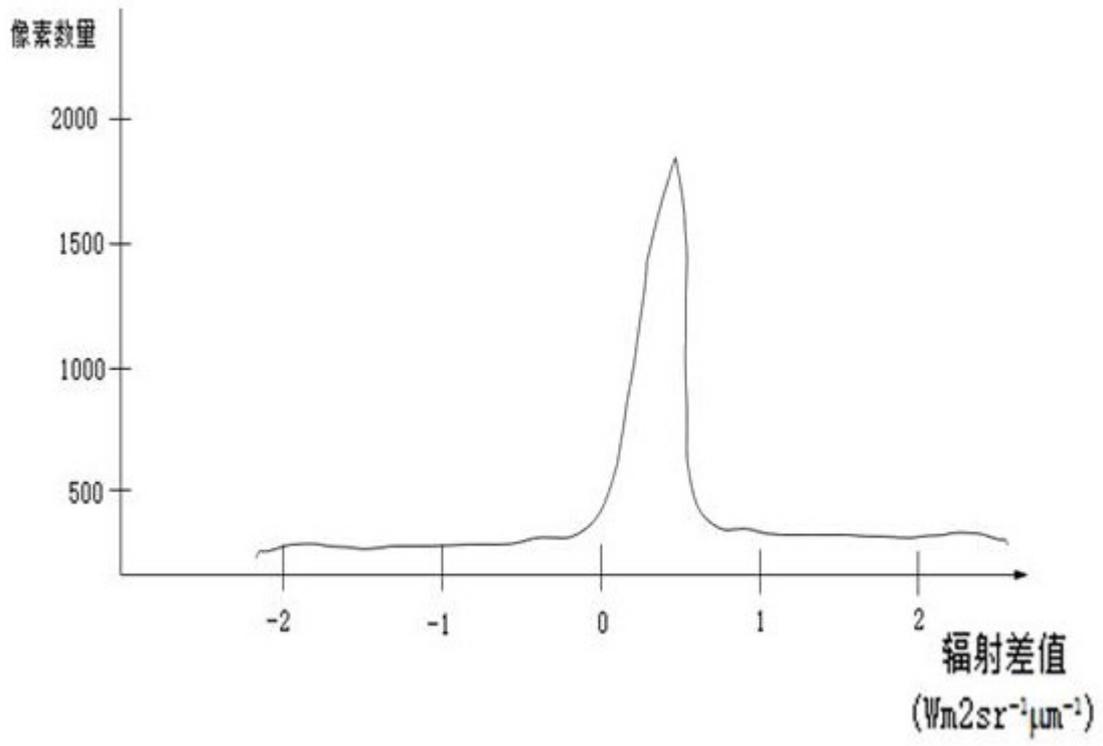


图6