



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111739252 B

(45) 授权公告日 2022.03.01

(21) 申请号 202010630824.2

A62C 3/02 (2006.01)

(22) 申请日 2020.07.03

A62C 37/40 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111739252 A

(56) 对比文件

CN 101673448 A, 2010.03.17

CN 101574567 A, 2009.11.11

(43) 申请公布日 2020.10.02

CN 106558181 A, 2017.04.05

(73) 专利权人 徐州鑫科机器人有限公司

CN 109544464 A, 2019.03.29

地址 221000 江苏省徐州市徐州泉山经济

CN 110782636 A, 2020.02.11

开发区时代大道12号

EP 2720208 A2, 2014.04.16

专利权人 江苏鑫科特种机器人研究院有限  
公司

CN 106169218 A, 2016.11.30

CN 103632158 A, 2014.03.12

(72) 发明人 张利 郑玉龙 李国华 季珂珂

CN 101738394 A, 2010.06.16

CN 103425959 A, 2013.12.04

(74) 专利代理机构 北京淮海知识产权代理事务  
所(普通合伙) 32205

KR 101579198 B1, 2015.12.21

CN 104524731 A, 2015.04.22

代理人 张旭

田文. 红外测温技术在建筑节能中的应用研究.《河北农业大学学报》.2013,

(51) Int. Cl.

G08B 17/12 (2006.01)

G08B 7/06 (2006.01)

G08B 25/10 (2006.01)

审查员 郝洁

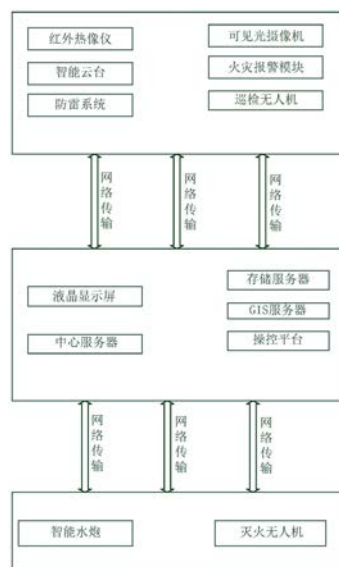
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种火灾监测及自动灭火系统及其工作方法

(57) 摘要

本发明公开了一种火灾监测及自动灭火系统及其工作方法,包括火源监测系统、监控中心和自动灭火系统,通过火源监测系统的远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机能实时采集山林的热成像和可见光图像,然后分别对热成像和可见光图像进行网格化,进而对每个热成像网格和图像网格通过算法进行判断是否存在火源点,如果同一个网格在热成像和图像中均判断为存在火源点,则确定该位置发生火灾;此时能发送给自动灭火系统进行自动灭火;本发明能在发生早期火源时及时发现并对火源点进行精准定位进行预警,同时在预警后能快速对火源点进行灭火,防止其发展形成较大的火灾,从而有效降低财产损失及缩短灭火所需时间。



CN 111739252 B

1. 一种火灾监测及自动灭火系统的工作方法,其特征在于,采用的火灾监测及自动灭火系统包括火源监测系统、监控中心和自动灭火系统,

所述火源监测系统包括远红外高清自动变焦热像仪、可见光高清透雾摄像机、火灾报警模块和智能云台,远红外高清自动变焦热像仪装在智能云台上,用于采集山林各处的实时温度值并通过网络传输设备给监控中心;可见光高清透雾摄像机装在智能云台上,用于采集山林各处的实时图像并通过网络传输设备给监控中心;智能云台通过铁塔装在山林的最高处,用于按照监控中心传来的转动速度带动远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机转动,对整个山林进行循环监测;

所述监控中心包括中心服务器、存储服务器、GIS服务器、操控平台和液晶显示屏,中心服务器与存储服务器、GIS服务器、操控平台和液晶显示屏连接,用于接收远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机传来的数据传递给存储服务器进行存储,并对数据分析后传递给液晶显示屏进行显示;GIS服务器与存储服务器连接,用于对山林各处的坐标进行标定;操控平台用于对中心服务器输入预设参数;若中心服务器经过分析判断发现火源点,则能控制火灾报警模块启动声光报警,并将GIS服务器得出的火源点位置通过网络传输设备发送给自动灭火系统,此时自动灭火系统启动并对火源点进行灭火,具体步骤为:

(1) 先通过操控平台设定智能云台的转动速度,并将监控模式分成春季模式、夏季模式、秋季模式和冬季模式,分别设定各个模式火源阈值和温度及湿度范围值;所述火源阈值包括温度阈值 $T_{C1}$ 、温度阈值 $T_{C2}$ 、色差阈值 $S_{G1}$ 和色差阈值 $S_{G2}$ ;通过GIS服务器获取整个山林的图像并进行坐标标定;通过多个火苗图像得出火苗的摩尔色值 $S_H$ ;将上述各个数据输入到存储服务器进行存储;

(2) 中心服务器根据设定的转动速度控制智能云台开始转动,智能云台带动远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机进行 $360^\circ$ 巡检,远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机实时将监测的数据反馈给中心服务器,中心服务器对数据进行分析:

热成像处理过程:中心服务器根据当前的温度及湿度值并结合设定的温度及湿度范围值,确定所处的监控模式,进而确定该模式内的火源阈值;将远红外高清自动变焦热像仪采集的每帧热成像正方形网格化,然后对每个网格获取其温度值,具体过程为:

先确定在无火灾情况下,根据热成像提取该网格四个顶点的温度值分别为 $T_1$ 、 $T_3$ 、 $T_5$ 和 $T_7$ ,四个边中点的温度值分别为 $T_2$ 、 $T_4$ 、 $T_6$ 和 $T_8$ ,网格中心点的温度为 $T_9$ ;网格两条中心线且以中心点分成四个线段,每个线段的中点温度分别为 $T_{12}$ 、 $T_{14}$ 、 $T_{16}$ 和 $T_{17}$ ;网格两条对角线且以中心点分成四个线段,每个线段的中点温度分别为 $T_{10}$ 、 $T_{11}$ 、 $T_{13}$ 和 $T_{15}$ ;进而计算出上述17个温度值的最大值、最小值和平均值,将得出的最大值、最小值和平均值存储在存储服务器内;然后对各个网格进行上述温度提取过程,进而得出各个网格对应的最大温度值、最小温度值和平均温度值进行存储;多次重复采集图像并进行上述温度提取过程,将每次得出各个网格的最大温度值、最小温度值和平均温度值求取平均值,将计算得出的各个网格的最大温度值、最小温度值和平均温度值作为基准值 $T_J$ ;

然后根据当前热成像按照上述每个网格的温度提取过程,进而得出各个网格对应的最大温度值、最小温度值和平均温度值进行存储;将每个网格的平均温度值分别与其邻接的各个网格的平均温度值做差得出各个温度差值,然后将各个温度差值依次与温度阈值 $T_{C1}$ 进

行比较,若其中任一个温度差值超过温度阈值 $T_{C1}$ ,则对该网格的逻辑值赋值为1,若均未超过温度阈值 $T_{C1}$ ,则逻辑值赋值为0;完成该帧图像中各个网格的一次逻辑值赋值过程;接着在智能云台旋转一周后该位置再次被远红外高清自动变焦热像仪采集时,将本次采集获得每个网格的最大温度值、最小温度值和平均温度值分别与其基准值 $T_j$ 做差得出各个温度差值,然后将各个温度差值依次与温度阈值 $T_{C2}$ 进行比较,若其中任一个温度差值超过温度阈值 $T_{C2}$ ,则对该网格的逻辑值赋值为1,若均未超过温度阈值 $T_{C2}$ ,则逻辑值赋值为0;完成该网格的二次逻辑值赋值过程;将该网格两次逻辑值赋值进行相与计算后,若逻辑值为0,则判断为非火灾,此时火源监测系统继续循环监测;若逻辑值为1,则判断为火灾 $H_1$ ,此时将该网格在液晶显示屏内自动居中放大显示,然后进入图像判断过程;

图像判断过程为:将可见光高清透雾摄像机采集的每帧图像结合GIS服务器的数据获取当前图像的三维坐标后网格化,然后将上述判定为火灾 $H_1$ 的网格对应的图像网格提取,对该图像网格计算其图像色值,具体过程为:根据提取该图像网格四个顶点的色值;四个边中点的色值;网格中心点的色值;网格两条中心线且以中心点分成四个线段,每个线段中点的色值;网格两条对角线且以中心点分成四个线段,每个线段中点的色值;进而计算得出上述17个色值的平均值,将该网格的平均色值进行存储,然后将与该网格邻接的各个网格重复上述图像处理过程,得出各个邻接网格的平均色值,将该网格的平均色值分别与其邻接的各个网格的平均色值做差得出各个色差值,然后将各个色差值依次与色差阈值 $S_{G1}$ 进行比较,若其中任一个色差值超过色差阈值 $S_{G1}$ ,则对该网格的逻辑值赋值为1,若均未超过色差阈值 $S_{G1}$ ,则逻辑值赋值为0;完成该网格的一次逻辑值赋值过程;接着将该网格的平均色值与预设的摩尔色值 $S_H$ 做差并进行绝对值计算,得出色差绝对值,若色差绝对值超过色差阈值 $S_{G2}$ ,则对该网格的逻辑值赋值为1,若均未超过色差阈值 $S_{G2}$ ,则逻辑值赋值为0;完成该网格的二次逻辑值赋值过程;将该网格两次逻辑值赋值进行相与计算后,若逻辑值为0,则判断为非火灾,此时火源监测系统继续循环监测;若逻辑值为1,则判断为火灾 $H_2$ ;最后将火灾 $H_1$ 的逻辑值和火灾 $H_2$ 的逻辑值进行相与计算,得出逻辑值为1时,最终判断该网格所处的位置为火源点,停止监测并控制声光报警模块发出预警,提醒工作人员知晓;同时启动灭火过程,若自动灭火系统为巡检无人机,则进入步骤(3),若自动灭火系统为智能灭火水炮,则进入步骤(4);

(3) 远红外高清自动变焦热像仪测量该网格中心与其之间的距离,然后结合GIS服务器的坐标数据获取该网格中心的坐标,并将该坐标值通过无线传输给灭火无人机,灭火无人机接受到该点坐标后,其导航系统自动生成最佳灭火导航路线,进而灭火无人机启动并沿着最佳灭火导航路线前往火源点进行灭火,其中远红外高清自动变焦热像仪测距公式为:

$$L = (V * T_{LH}) \div 2$$

式中:L代表远红外高清自动变焦热像仪到该网格中心的距离;

V代表红外光速度;

$T_{LH}$ 代表红外光从发出到该网格中心并返回后的总时间;

(4) 先获取在山林中布设的各个智能灭火水炮的坐标,通过远红外高清自动变焦热像仪测量该网格中心与其之间的距离,然后结合GIS服务器的坐标数据获取该网格中心的坐标,选择最靠近该网格中心的智能灭火水炮,并将该网格中心的坐标通过无线传输给该智能灭火水炮,智能灭火水炮接受到该网格中心的坐标后,开始启动水泵增加压力,准备开始

蓄水;同时智能灭火水炮根据自身的坐标与该网格中心的坐标,通过定位算法自动判定火源点相对于智能灭火水炮所处的方位,所述定位算法为:以智能水炮的位置为原点生成二维直角坐标系,然后根据智能灭火水炮的坐标与该网格中心的坐标之间关系,得出该网格中心在二维直角坐标系内的坐标为(x、y);得出原点到该网格中心的距离公式: $Z=\sqrt{x^2+y^2}$ ;进而得出网格中心在智能灭火水炮的方位角 $\theta$ 的计算公式: $\tan\theta=(y/x)$ ;经过变换后计算得出 $\theta=\arctan(y/x)$ ;

最后智能灭火水炮根据计算得出的方位角 $\theta$ ,以X轴偏移 $\theta$ 位方向调整发射角度,调整完毕后,启动灭火水炮发射水流对火源点进行灭火。

2. 根据权利要求1所述的一种火灾监测及自动灭火系统的工作方法,其特征在于,所述火源监测系统还包括巡检无人机和防雷系统。

3. 根据权利要求1所述的一种火灾监测及自动灭火系统的工作方法,其特征在于,所述网络传输设备为无线传输设备。

4. 根据权利要求1所述的一种火灾监测及自动灭火系统的工作方法,其特征在于,将可见光高清透雾摄像机采集的每帧图像网格化时,结合GIS服务器的数据按照距离智能云台3公里以内网格为1米\*1米;距离智能云台3公里至5公里网格为2米\*2米。

5. 根据权利要求1所述的一种火灾监测及自动灭火系统的工作方法,其特征在于,所述监控模式中各个模式能采用手动选择。

## 一种火灾监测及自动灭火系统及其工作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种火灾监测及自动灭火系统及其工作方法,属于自动灭火技术领域。

### 背景技术

[0002] 火灾是造成人员伤亡的重要灾害之一,在山林、森林、石油、化工、消防、监狱、军事等许多领域中如何降低火灾对人员及财物的损失,即如何发现早期火源及时进行灭火是所需解决的技术问题。其中山林火灾的发生往往是由于发现不及时,当发现时火势已经较大,导致后续灭火十分困难,投入大量人财物,效果甚微,最终造成伤亡人数多和财产损失巨大。目前现有的山林火灾报警系统一般基于红外传感器和烟雾传感器,其探测原理是探测火灾发生后生成的烟、温度和光等参量,经信号处理、比较、判断后发出火灾报警信号。但是这种方式在山林发生早期火灾时,由于产生的烟雾较少,而且火源点较小,因此现有通过测温及监测烟雾的方式,无法发现早期火源,导致其发现并预警时早期火源已经发展形成较大的火灾;此时再启动应急救援预案,开始组织人员救火,已经无法快速对火灾进行灭火;另外现有的灭火方式主要为人工灭火、消防机器人加水泵灭火或消防泵站灭火等。这些灭火都需要人工的全程参与,从而导致获得火灾预警后无法及时对特定地点进行及时灭火,而且由于火灾较大,也可能对灭火人员的安全造成影响。因此如何能在仅发生早期火源时及时发现并对发生地进行精准定位进行预警,同时在预警后能快速对发生地进行灭火防止其发展形成较大的火灾,从而有效降低财产损失及缩短灭火所需时间,是本行业的研究方向。

### 发明内容

[0003] 针对上述现有技术存在的问题,本发明提供一种火灾监测及自动灭火系统及其工作方法,能在发生早期火源时及时发现并对火源点进行精准定位进行预警,同时在预警后能快速对火源点进行灭火防止其发展形成较大的火灾,从而有效降低财产损失及缩短灭火所需时间。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案是:一种火灾监测及自动灭火系统,包括火源监测系统、监控中心和自动灭火系统,

[0005] 所述火源监测系统包括远红外高清自动变焦热像仪、火灾报警模块、可见光高清透雾摄像机和智能云台,远红外高清自动变焦热像仪装在智能云台上,用于采集山林各处的实时温度值并通过网络传输设备给监控中心;可见光高清透雾摄像机装在智能云台上,用于采集山林各处的实时图像并通过网络传输设备给监控中心;智能云台通过铁塔装在山林的最高处,用于按照监控中心传来的转动速度带动远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机转动,对整个山林进行循环监测;

[0006] 所述监控中心包括中心服务器、存储服务器、GIS服务器、操控平台和液晶显示屏,中心服务器与存储服务器、GIS服务器、操控平台和液晶显示屏连接,用于接收远红外高清

自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机传来的数据传递给存储服务器进行存储,并对数据分析后传递给液晶显示屏进行显示;GIS服务器与存储服务器连接,用于对山林各处的坐标进行标定;操控平台用于对中心服务器输入预设参数;若中心服务器经过分析判断发现火源点,则能控制火灾报警模块启动声光报警,并将GIS服务器得出的火源点位置通过网络传输设备发送给自动灭火系统,此时自动灭火系统启动并对火源点进行灭火。

[0007] 进一步,所述火源监测系统还包括巡检无人机和防雷系统。在较恶劣的天气智能云台无法有效覆盖整个山林时,可以采用巡检无人机在山林低空监测,从而替代智能云台的作用,保证对山林的实时火灾监控;另外防雷系统能在雷雨天气防止闪电对智能云台造成损坏。

[0008] 所述网络传输设备可以采用有线传输设备也可以采用无线传输设备;优选为无线传输设备,该设备不仅具有较长的传输距离,而且方便安装。

[0009] 进一步,所述自动灭火系统为具有自动导航功能的灭火无人机;采用这种灭火无人机能在接收到监控中心传来的火源点坐标后,自动规划最佳灭火路径,并能自动导航达到火源点进行灭火;或者自动灭火系统为智能灭火水炮,多个智能灭火水炮均匀分布在山林各处。这种方式将山林分成多个区,使每个智能灭火水炮分别负责山林一个区的灭火;监控中心将获取的火源点坐标,传递给距离该坐标最近的智能灭火水炮,使其进行灭火。

[0010] 一种火灾监测及自动灭火系统的工作方法,具体步骤为:

[0011] (1) 先通过操控平台设定智能云台的转动速度,并将监控模式分成春季模式、夏季模式、秋季模式和冬季模式,分别设定各个模式火源阈值和温度及湿度范围值;所述火源阈值包括温度阈值 $T_{C1}$ 、温度阈值 $T_{C2}$ 、色差阈值 $S_{G1}$ 和色差阈值 $S_{G2}$ ;通过GIS服务器获取整个山林的图像并进行坐标标定;通过多个火苗图像得出火苗的摩尔色值 $S_H$ ;将上述各个数据输入到存储服务器进行存储;

[0012] (2) 中心服务器根据设定的转动速度控制智能云台开始转动,智能云台带动远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机进行 $360^\circ$ 巡检,远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机实时将监测的数据反馈给中心服务器,中心服务器对数据进行分析:

[0013] 热成像处理过程:中心服务器根据当前的温度及湿度值并结合设定的温度及湿度范围值,确定所处的监控模式,进而确定该模式内的火源阈值;将远红外高清自动变焦热像仪采集的每帧热成像正方形网格化,然后对每个网格获取其温度值,具体过程为:

[0014] 先确定在无火灾情况下,根据热成像提取该网格四个顶点的温度值分别为 $T_1$ 、 $T_3$ 、 $T_5$ 和 $T_7$ ,四个边中点的温度值分别为 $T_2$ 、 $T_4$ 、 $T_6$ 和 $T_8$ ,网格中心点的温度为 $T_9$ ;网格两条中心线且以中心点分成四个线段,每个线段的中点温度分别为 $T_{12}$ 、 $T_{14}$ 、 $T_{16}$ 和 $T_{17}$ ;网格两条对角线且以中心点分成四个线段,每个线段的中点温度分别为 $T_{10}$ 、 $T_{11}$ 、 $T_{13}$ 和 $T_{15}$ ;进而计算得出上述17个温度值的最大值、最小值和平均值,将得出的最大值、最小值和平均值存储在存储服务器内;然后对各个网格进行上述温度提取过程,进而得出各个网格对应的最大温度值、最小温度值和平均温度值进行存储;多次重复采集图像并进行上述温度提取过程,将每次得出各个网格的最大温度值、最小温度值和平均温度值求取平均值,将计算得出的各个网格的最大温度值、最小温度值和平均温度值作为基准值 $T_J$ ;

[0015] 然后根据当前热成像按照上述每个网格的温度提取过程,进而得出各个网格对应

的最大温度值、最小温度值和平均温度值进行存储；将每个网格的平均温度值分别与其邻接的各个网格的平均温度值做差得出各个温度差值，然后将各个温度差值依次与温度阈值 $T_{C1}$ 进行比较，若其中任一个温度差值超过温度阈值 $T_{C1}$ ，则对该网格的逻辑值赋值为1，若均未超过温度阈值 $T_{C1}$ ，则逻辑值赋值为0；完成该帧图像中各个网格的一次逻辑值赋值过程；接着在智能云台旋转一周后该位置再次被远红外高清自动变焦热像仪采集时，将本次采集获得每个网格的最大温度值、最小温度值和平均温度值分别与其基准值 $T_J$ 做差得出各个温度差值，然后将各个温度差值依次与温度阈值 $T_{C2}$ 进行比较，若其中任一个温度差值超过温度阈值 $T_{C2}$ ，则对该网格的逻辑值赋值为1，若均未超过温度阈值 $T_{C2}$ ，则逻辑值赋值为0；完成该网格的二次逻辑值赋值过程；将该网格两次逻辑值赋值进行相与计算后，若逻辑值为0，则判断为非火灾，此时火源监测系统继续循环监测；若逻辑值为1，则判断为火灾 $H_1$ ，此时将该网格在液晶显示屏内自动居中放大显示，然后进入图像判断过程；

[0016] 图像判断过程为：将可见光高清透雾摄像机采集的每帧图像结合GIS服务器的数据获取当前图像的三维坐标后网格化，然后将上述判定为火灾 $H_1$ 的网格对应的图像网格提取，对该图像网格计算其图像色值（色值范围为0至255），具体过程为：根据提取该图像网格四个顶点的色值；四个边中点的温度值；网格中心点的色值；网格两条中心线且以中心点分成四个线段，每个线段中点的色值；网格两条对角线且以中心点分成四个线段，每个线段中点的色值；进而计算得出上述17个色值的平均值，将该网格的平均色值进行存储，然后将与该网格邻接的各个网格重复上述图像处理过程，得出各个邻接网格的平均色值，将该网格的平均色值分别与其邻接的各个网格的平均色值做差得出各个色差值，然后将各个色差值依次与色差阈值 $S_{G1}$ 进行比较，若其中任一个色差值超过色差阈值 $S_{G1}$ ，则对该网格的逻辑值赋值为1，若均未超过色差阈值 $S_{G1}$ ，则逻辑值赋值为0；完成该网格的一次逻辑值赋值过程；接着将该网格的平均色值与预设的摩尔色值 $S_H$ 做差并进行绝对值计算，得出色差绝对值，若色差绝对值超过色差阈值 $S_{G2}$ ，则对该网格的逻辑值赋值为1，若均未超过色差阈值 $S_{G2}$ ，则逻辑值赋值为0；完成该网格的二次逻辑值赋值过程；将该网格两次逻辑值赋值进行相与计算后，若逻辑值为0，则判断为非火灾，此时火源监测系统继续循环监测；若逻辑值为1，则判断为火灾 $H_2$ ；最后将火灾 $H_1$ 的逻辑值和火灾 $H_2$ 的逻辑值进行相与计算，得出逻辑值为1时，最终判断该网格所处的位置为火源点，停止监测并控制声光报警模块发出预警，提醒工作人员知晓；同时启动灭火过程，若自动灭火系统为巡检无人机，则进入步骤(3)，若自动灭火系统为智能灭火水炮，则进入步骤(4)；

[0017] (3) 远红外高清自动变焦热像仪测量该网格中心与其之间的距离，然后结合GIS服务器的坐标数据获取该网格中心的坐标，并将该坐标值通过无线传输给灭火无人机，灭火无人机接受到该点坐标后，其导航系统自动生成最佳灭火导航路线，进而灭火无人机启动并沿着最佳灭火导航路线前往火源点进行灭火，其中远红外高清自动变焦热像仪测距公式为：

$$[0018] \quad L = (V * T_{LH}) \div 2$$

[0019] 式中：L代表远红外高清自动变焦热像仪到该网格中心的距离；

[0020] V代表红外光速度；

[0021]  $T_{LH}$ 代表红外光从发出到该网格中心并返回后的总时间；

[0022] (4) 先获取在山林中布设的各个智能灭火水炮的坐标，通过远红外高清自动变焦

热像仪测量该网格中心与其之间的距离,然后结合GIS服务器的坐标数据获取该网格中心的坐标,选择最靠近该网格中心的智能灭火水炮,并将该网格中心的坐标通过无线传输给该智能灭火水炮,智能灭火水炮接受到该网格中心的坐标后,开始启动水泵增加压力,准备开始蓄水;同时智能灭火水炮根据自身的坐标与该网格中心的坐标,通过定位算法自动判定火源点相对于智能灭火水炮所处的方位,所述定位算法为:以智能水炮的位置为原点生成二维直角坐标系,然后根据智能灭火水炮的坐标与该网格中心的坐标之间关系,得出该网格中心在二维直角坐标系内的坐标为(x、y);得出原点到该网格中心的距离公式: $Z=\sqrt{x^2+y^2}$ ;进而得出网格中心在智能灭火水炮的方位角 $\theta$ 的计算公式: $\tan\theta=(y/x)$ ;经过变换后计算得出 $\theta=\arctan(y/x)$ ;

[0023] 最后智能灭火水炮根据计算得出的方位角 $\theta$ ,以X轴偏移 $\theta$ 位方向调整发射角度,调整完毕后,启动灭火水炮发射水流对火源点进行灭火。

[0024] 进一步,将可见光高清透雾摄像机采集的每帧图像网格化时,结合GIS服务器的数据按照距离智能云台3公里以内网格为1米\*1米;距离智能云台3公里至5公里网格为2米\*2米。达到这种精度级别能在3公里以内发现1米\*1米的火源点;3公里至5公里以内,可发现2米\*2米的火源点,实现火灾早期发现的目的。

[0025] 进一步,所述监控模式中各个模式能采用手动选择。增加手动选择能在自动模式出现故障时,保证火灾监测的顺利进行。

[0026] 与现有技术相比,本发明采用火源监测系统、监控中心和自动灭火系统相结合方式,通过火源监测系统的远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机能实时采集山林的热成像和可见光图像,然后分别对热成像和可见光图像进行网格化,进而对每个热成像网格和图像网格通过算法进行判断是否存在火源点,如果同一个网格在热成像和图像中均判断为存在火源点,则确定该位置发生火灾;此时能发送给自动灭火系统,若自动灭火系统为灭火无人机,则灭火无人机根据坐标自动规划最佳灭火路线,并按照该路线到达火源点进行灭火;若自动灭火系统为智能灭火水炮,则监控中心将火源点坐标发送给距离该火源点最近的智能灭火水炮,然后该智能灭火水炮根据接收的火源点坐标通过定位算法调整发射方向,完成后发射水流对火源点进行灭火。因此本发明可实现无人值守不间断工作,昼夜连续对山林进行火灾监控,一旦发现监控区域内的异常烟雾和火灾早期的火源点,能及时发现并控制自动灭火系统对火源点进行及时灭火;通过在火灾刚发生时即能被发现,并且能及时进行灭火,从而不仅能在火灾早期就能灭火防止火灾发展扩大,而且此时由于火源点较小,故灭火所需灭火资源较少,也能有效降低灭火难度;最终有效减少财产损失及缩短灭火所需时间。

## 附图说明

[0027] 图1是本发明的系统原理框图;

[0028] 图2是本发明中热成像提取网格温度点的示意图;

[0029] 图3是本发明中智能灭火水炮生成的直角坐标系示意图。

## 具体实施方式

[0030] 下面将对本发明作进一步说明。



[0031] 如图1所示,一种火灾监测及自动灭火系统,包括火源监测系统、监控中心和自动灭火系统,

[0032] 所述火源监测系统包括远红外高清自动变焦热像仪、火灾报警模块、可见光高清透雾摄像机和智能云台,远红外高清自动变焦热像仪装在智能云台上,用于采集山林各处的实时温度值并通过网络传输设备给监控中心;可见光高清透雾摄像机装在智能云台上,用于采集山林各处的实时图像并通过网络传输设备给监控中心;智能云台通过铁塔装在山林的最高处,用于按照监控中心传来的转动速度带动远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机转动,对整个山林进行循环监测;

[0033] 所述监控中心包括中心服务器、存储服务器、GIS服务器、操控平台和液晶显示屏,中心服务器与存储服务器、GIS服务器、操控平台和液晶显示屏连接,用于接收远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机传来的数据传递给存储服务器进行存储,并对数据分析后传递给液晶显示屏进行显示;GIS服务器与存储服务器连接,用于对山林各处的坐标进行标定;操控平台用于对中心服务器输入预设参数;若中心服务器经过分析判断发现火源点,则能控制火灾报警模块启动声光报警,并将GIS服务器得出的火源点位置通过网络传输设备发送给自动灭火系统,此时自动灭火系统启动并对火源点进行灭火。

[0034] 进一步,所述火源监测系统还包括巡检无人机和防雷系统。在较恶劣的天气智能云台无法有效覆盖整个山林时,可以采用巡检无人机在山林低空监测,从而替代智能云台的作用,保证对山林的实时火灾监控;另外防雷系统能在雷雨天气防止闪电对智能云台造成损坏。

[0035] 所述网络传输设备可以采用有线传输设备也可以采用无线传输设备;优选为无线传输设备,该设备不仅具有较长的传输距离,而且方便安装。

[0036] 进一步,所述自动灭火系统为具有自动导航功能的灭火无人机;采用这种灭火无人机能在接收到监控中心传来的火源点坐标后,自动规划最佳灭火路径,并能自动导航达到火源点进行灭火;或者自动灭火系统为智能灭火水炮,多个智能灭火水炮均匀分布在山林各处。这种方式将山林分成多个区,使每个智能灭火水炮分别负责山林一个区的灭火;监控中心将获取的火源点坐标传递给距离该坐标最近的智能灭火水炮,使其进行灭火。

[0037] 上述远红外高清自动变焦热像仪、火灾报警模块、可见光高清透雾摄像机、智能云台、中心服务器、存储服务器、GIS服务器、操控平台、液晶显示屏、智能灭火水炮、具有自动导航功能的灭火无人机、防雷系统、巡检无人机和智能灭火水炮均为现有设备。

[0038] 一种火灾监测及自动灭火系统的工作方法,具体步骤为:

[0039] (1) 先通过操控平台设定智能云台的转动速度,并将监控模式分成春季模式、夏季模式、秋季模式和冬季模式,分别设定各个模式火源阈值和温度及湿度范围值;所述火源阈值包括温度阈值 $T_{C1}$ 、温度阈值 $T_{C2}$ 、色差阈值 $S_{G1}$ 和色差阈值 $S_{G2}$ ;通过GIS服务器获取整个山林的图像并进行坐标标定;通过多个火苗图像得出火苗的摩尔色值 $S_H$ ;将上述各个数据输入到存储服务器进行存储;

[0040] (2) 中心服务器根据设定的转动速度控制智能云台开始转动,智能云台带动远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机进行 $360^\circ$ 巡检,远红外高清自动变焦热像仪和可见光高清透雾摄像机实时将监测的数据反馈给中心服务器,中心服务器对数据进行分析;

[0041] 热成像处理过程:中心服务器根据当前的温度及湿度值并结合设定的温度及湿度范围值,确定所处的监控模式,进而确定该模式内的火源阈值;将远红外高清自动变焦热像仪采集的每帧热成像正方形网格化,然后对每个网格获取其温度值,具体过程为:

[0042] 先确定在无火灾情况下,根据热成像提取该网格四个顶点的温度值分别为 $T_1$ 、 $T_3$ 、 $T_5$ 和 $T_7$ ,四个边中点的温度值分别为 $T_2$ 、 $T_4$ 、 $T_6$ 和 $T_8$ ,网格中心点的温度为 $T_9$ ;网格两条中心线且以中心点分成四个线段,每个线段的中点温度分别为 $T_{12}$ 、 $T_{14}$ 、 $T_{16}$ 和 $T_{17}$ ;网格两条对角线且以中心点分成四个线段,每个线段的中点温度分别为 $T_{10}$ 、 $T_{11}$ 、 $T_{13}$ 和 $T_{15}$ ;如图2所示,进而计算出上述17个温度值的最大值、最小值和平均值,将得出的最大值、最小值和平均值存储在存储服务器内;然后对各个网格进行上述温度提取过程,进而得出各个网格对应的最大温度值、最小温度值和平均温度值进行存储;多次重复采集图像并进行上述温度提取过程,将每次得出各个网格的最大温度值、最小温度值和平均温度值求取平均值,将计算得出的各个网格的最大温度值、最小温度值和平均温度值作为基准值 $T_j$ ;

[0043] 然后根据当前热成像按照上述每个网格的温度提取过程,进而得出各个网格对应的最大温度值、最小温度值和平均温度值进行存储;将每个网格的平均温度值分别与其邻接的各个网格的平均温度值做差得出各个温度差值,然后将各个温度差值依次与温度阈值 $T_{C1}$ 进行比较,若其中任一个温度差值超过温度阈值 $T_{C1}$ ,则对该网格的逻辑值赋值为1,若均未超过温度阈值 $T_{C1}$ ,则逻辑值赋值为0;完成该帧图像中各个网格的一次逻辑值赋值过程;接着在智能云台旋转一周后该位置再次被远红外高清自动变焦热像仪采集时,将本次采集获得每个网格的最大温度值、最小温度值和平均温度值分别与其基准值 $T_j$ 做差得出各个温度差值,然后将各个温度差值依次与温度阈值 $T_{C2}$ 进行比较,若其中任一个温度差值超过温度阈值 $T_{C2}$ ,则对该网格的逻辑值赋值为1,若均未超过温度阈值 $T_{C2}$ ,则逻辑值赋值为0;完成该网格的二次逻辑值赋值过程;将该网格两次逻辑值赋值进行相与计算后,若逻辑值为0,则判断为非火灾,此时火源监测系统继续循环监测;若逻辑值为1,则判断为火灾 $H_1$ ,此时将该网格在液晶显示屏内自动居中放大显示,然后进入图像判断过程;

[0044] 图像判断过程为:将可见光高清透雾摄像机采集的每帧图像结合GIS服务器的数据获取当前图像的三维坐标后网格化,然后将上述判定为火灾 $H_1$ 的网格对应的图像网格提取,对该图像网格计算其图像色值(色值范围为0至255),具体过程为:根据提取该图像网格四个顶点的色值;四个边中点的温度值;网格中心点的色值;网格两条中心线且以中心点分成四个线段,每个线段中点的色值;网格两条对角线且以中心点分成四个线段,每个线段中点的色值;进而计算出上述17个色值的平均值,将该网格的平均色值进行存储,然后将与该网格邻接的各个网格重复上述图像处理过程,得出各个邻接网格的平均色值,将该网格的平均色值分别与其邻接的各个网格的平均色值做差得出各个色差值,然后将各个色差值依次与色差阈值 $S_{G1}$ 进行比较,若其中任一个色差值超过色差阈值 $S_{G1}$ ,则对该网格的逻辑值赋值为1,若均未超过色差阈值 $S_{G1}$ ,则逻辑值赋值为0;完成该网格的一次逻辑值赋值过程;接着将该网格的平均色值与预设的摩尔色值 $S_H$ 做差并进行绝对值计算,得出色差绝对值,若色差绝对值超过色差阈值 $S_{G2}$ ,则对该网格的逻辑值赋值为1,若均未超过色差阈值 $S_{G2}$ ,则逻辑值赋值为0;完成该网格的二次逻辑值赋值过程;将该网格两次逻辑值赋值进行相与计算后,若逻辑值为0,则判断为非火灾,此时火源监测系统继续循环监测;若逻辑值为1,则判断为火灾 $H_2$ ;最后将火灾 $H_1$ 的逻辑值和火灾 $H_2$ 的逻辑值进行相与计算,得出逻辑值为1时,最

终判断该网格所处的位置为火源点,停止监测并控制声光报警模块发出预警,提醒工作人员知晓;同时启动灭火过程,若自动灭火系统为巡检无人机,则进入步骤(3),若自动灭火系统为智能灭火水炮,则进入步骤(4);另外根据需要可以增加工作人员通过声光报警知晓后,通过液晶显示屏查看居中放大的火源点图像,根据经验判断是否为系统误报,如果是,则可以通过操控平台停止自启动的灭火过程,并继续进行火灾监测过程;如果否,则向巡逻人员下达指挥命令,同时启动报警录像,并通过电话报警模块将报警信息及时通知给相关人员,使相关人员能对自启动的自动灭火系统进行监控,查看灭火情况;

[0045] (3) 远红外高清自动变焦热像仪测量该网格中心与其之间的距离,然后结合GIS服务器的坐标数据获取该网格中心的坐标,并将该坐标值通过无线传输给灭火无人机,灭火无人机接受到该点坐标后,其导航系统自动生成最佳灭火导航路线,进而灭火无人机启动并沿着最佳灭火导航路线前往火源点进行灭火,其中远红外高清自动变焦热像仪测距公式为:

$$[0046] \quad L = (V * T_{LH}) \div 2$$

[0047] 式中:L代表远红外高清自动变焦热像仪到该网格中心的距离;

[0048] V代表红外光速度;

[0049]  $T_{LH}$ 代表红外光从发出到该网格中心并返回后的总时间;

[0050] (4) 先获取在山林中布设的各个智能灭火水炮的坐标,通过远红外高清自动变焦热像仪测量该网格中心与其之间的距离,然后结合GIS服务器的坐标数据获取该网格中心的坐标,选择最靠近该网格中心的智能灭火水炮,并将该网格中心的坐标通过无线传输给该智能灭火水炮,智能灭火水炮接受到该网格中心的坐标后,开始启动水泵增加压力,准备开始蓄水;同时智能灭火水炮根据自身的坐标与该网格中心的坐标,通过定位算法自动判定火源点相对于智能灭火水炮所处的方位,所述定位算法为:如图3所示,以智能水炮的位置为原点生成二维直角坐标系,然后根据智能灭火水炮的坐标与该网格中心的坐标之间关系,得出该网格中心在二维直角坐标系内的坐标为(x,y);得出原点到该网格中心的距离公式: $Z = \sqrt{x^2 + y^2}$ ;进而得出网格中心在智能灭火水炮的方位角 $\theta$ 的计算公式: $\tan\theta = (y/x)$ ;经过变换后计算得出 $\theta = \arctan(y/x)$ ;

[0051] 最后智能灭火水炮根据计算得出的方位角 $\theta$ ,以X轴偏移 $\theta$ 位方向调整发射角度,调整完毕后,启动智能灭火水炮发射水流对火源点进行灭火。

[0052] 进一步,将可见光高清透雾摄像机采集的每帧图像网格化时,结合GIS服务器的数据按照距离智能云台3公里以内网格为1米\*1米;距离智能云台3公里至5公里网格为2米\*2米。达到这种精度级别能在3公里以内发现1米\*1米的火源点;3公里至5公里以内,可发现2米\*2米的火源点,实现火灾早期发现的目的。

[0053] 进一步,所述监控模式中各个模式能采用手动选择。增加手动选择能在自动模式出现故障时,保证火灾监测的顺利进行。

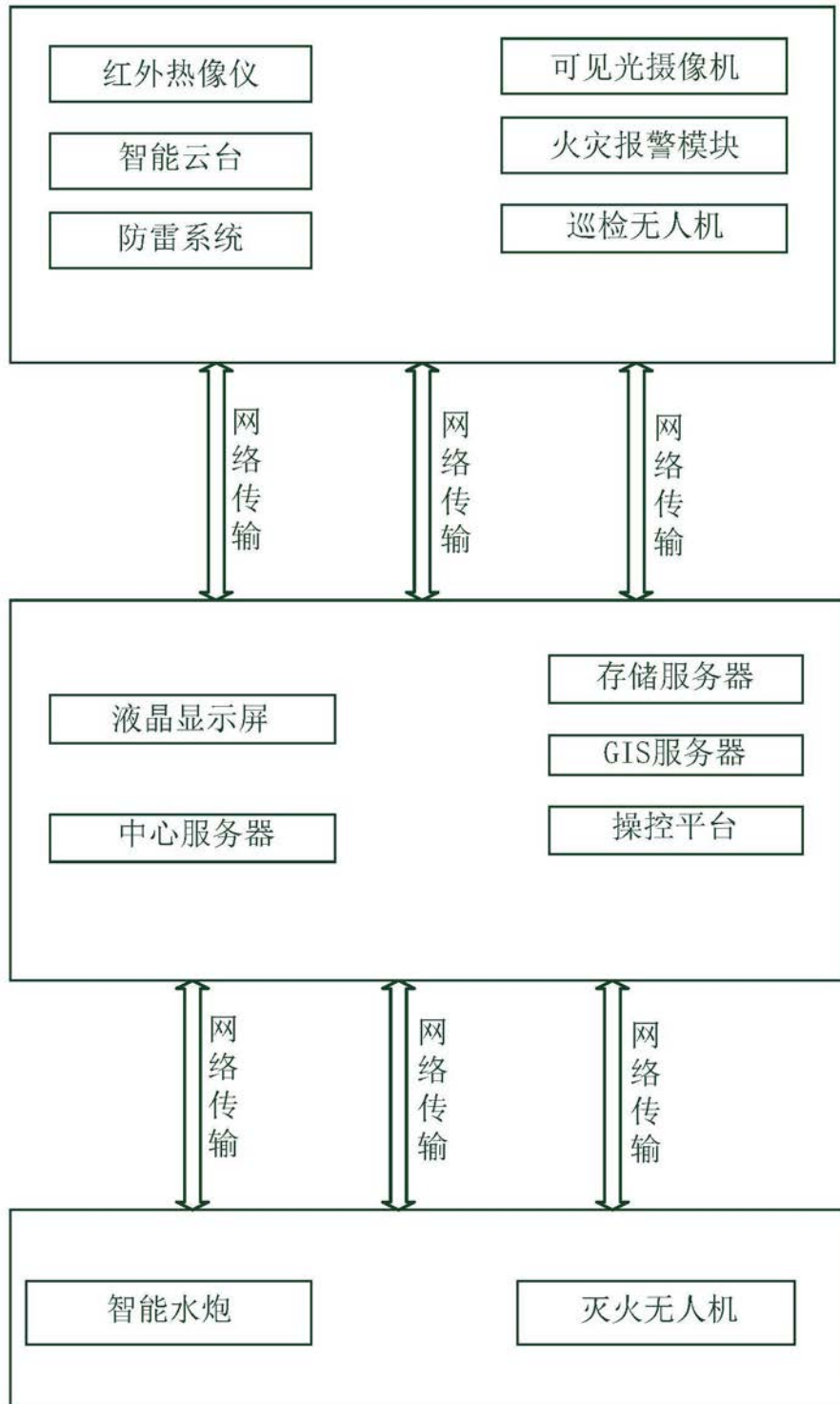


图1

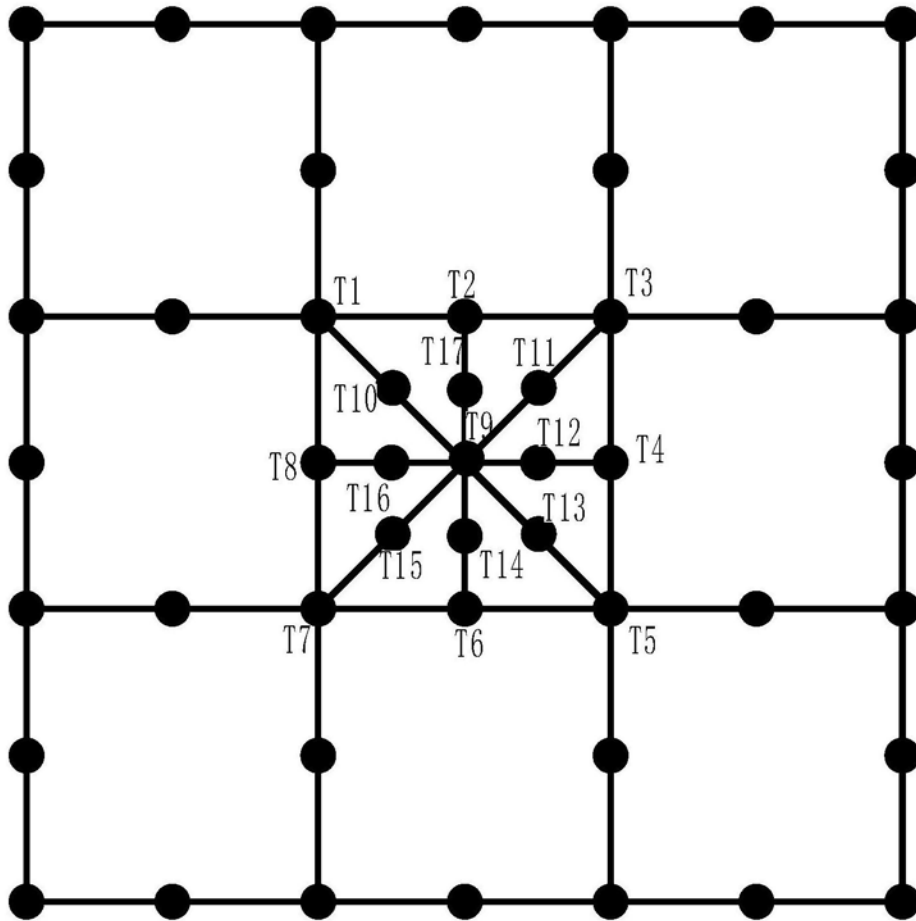


图2

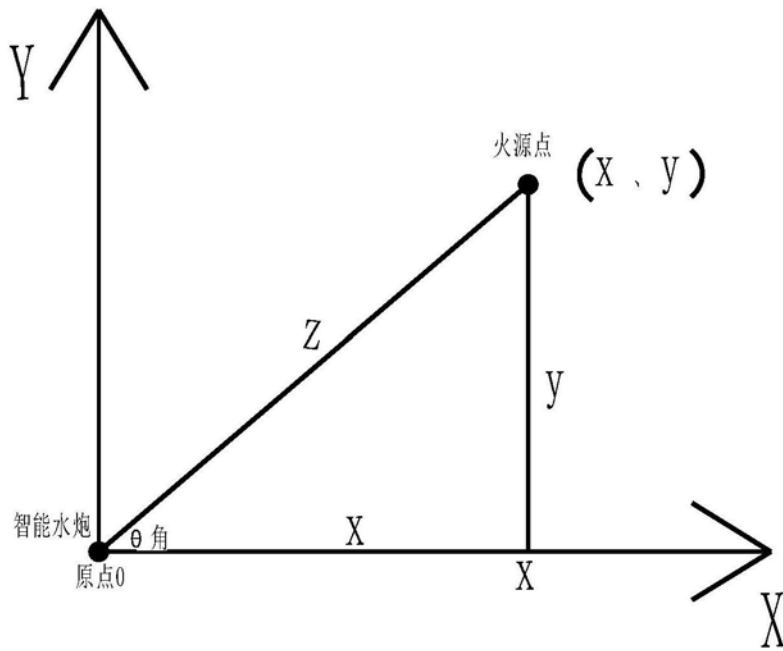


图3