



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102693603 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 04

(21) 申请号 201210212003. 2

(22) 申请日 2012. 06. 26

(73) 专利权人 山东神戎电子股份有限公司

地址 250101 山东省济南市高新开发区舜华  
路 1 号齐鲁软件园创业广场 F1 座 A312

(72) 发明人 姜玮 孙雪雁 桑建国 田忠超

(74) 专利代理机构 济南舜源专利事务所有限公  
司 37205

代理人 闫晓燕

(51) Int. Cl.

G08B 17/00(2006. 01)

G08B 17/10(2006. 01)

审查员 刘豫川

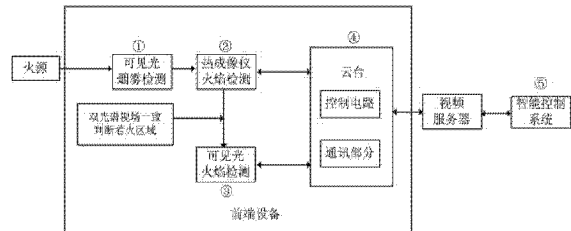
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于双光谱的森林防火智能监控系统

(57) 摘要

一种基于双光谱的森林防火智能监控系统。其技术方案为：网络视频服务器，将现场视频和热成像仪以及可见光检测的报警信号传至监控中心。根据热成像仪和可见光检测的置信度比较，确定火警信息，通过声光报警等措施通知监控人员，对现场视频进行实时录像，对报警信息进行及时处理。系统可以对两种光谱检测进行参数设置调整，并且配合自由扫描路径快速分析技术，可以在屏幕上随意设置扫描曲线和不敏感区域。系统支持地图显示，直观显示各个探测器在监控区域的位置和监控区域的大致平面结构，在火警发生时，可以通过报警信息，快速定位报警地点，做好早期预警准备。通过监控软件还可以对云台，热成像仪，可见光摄像机进行控制。



1. 一种基于双光谱的森林防火智能监控系统,其特征是,包括前端设备、网络传输及后台智能管理系统;前端设备主要由热成像仪、可见光摄像机、激光测距机、云台组成;热成像仪、可见光摄像机、激光测距机架设在云台上,将前端设备安装在监控台上,按照客户设定路径进行巡航扫描,每次扫描水平转动一定角度位置,因为检测需要在云台停止转动情况下进行,所以设这每个扫描点停留一段时间进行检测;

首先,在每个扫描点开启烟火检测,步骤如下:先由可见光进行烟雾预检测,得到此时烟雾检测置信度  $E_1$ ;  $E_1$  与传统烟雾阈值相比较,如果小于阈值,则为误报,不做任何其他检测;如果大于阈值,则启动热成像仪进行超温检测,得到此时热成像仪检测置信度  $E_2$ , 以及疑似火焰区域坐标,  $E_2$  与传统热成像仪检测阈值相比较,若大于阈值,则根据热成像仪焦距值计算出可见光镜头焦距值,使得可见光摄像机与热成像仪视场一致后,再启动可见光摄像机进行可见光火焰检测,得到可见光检测置信度  $E_3$ , 经过坐标转换,得到可见光火焰区域坐标  $\Omega_B(x_i, y_i)$  和热成像仪在可见光摄像机视场的变换区域坐标  $\Omega_{A \rightarrow B}(x'_i, y'_i)$  的检测信

息并将检测信息通过网络传输到后台智能管理系统;后台智能管理系统根据接收到的从前端设备传回的报警信号、区域坐标、置信度信息,进行疑似火焰区域匹配,如果匹配度高,表明经过热成像仪和可见光摄像机检测区域一致,则输出报警信息,并根据火灾区域成像的

靶面尺寸,根据公式  $\tan 2\theta_A = \frac{h_A}{2f_A}$ 、 $H_A = 2 \times D \times \tan 2\theta_A = D \times \frac{h_A}{f_A}$ , 由可见光摄

像机与热成像仪视场两视场一致,即热成像仪视场水平距离与可见光摄像机视场水平距离相等,得  $H_A = H_B$ , 已知可见光摄像机靶面水平尺寸  $h_B$ , 可见光摄像机水平视场角  $2\theta_B$ , 则

根据  $\tan 2\theta_B = \frac{h_B}{2f_B} = \frac{H_B}{2D}$  计算出  $H_B$ , 同理可得  $V_B$ , 根据公式  $S = H_B * V_B$ , 求得实际的火灾

面积,为监控人员对火情的控制提供必要的信息,其中,  $f_A$  为热成像仪镜头焦距,已知热成像仪水平靶面尺寸为  $h_A$ , 观察景物距离镜头距离为  $D$ ,  $2\theta_A$  为热成像仪的水平视场角;  $H_A$  为热成像仪视场水平距离;  $f_B$  为可见光摄像机镜头焦距。

2. 根据权利要求 1 所述的基于双光谱的森林防火智能监控系统,其特征是,所述热成像仪超温检测过程如下:热成像仪的图像采集模块将探测器输出的高精度图像数据写入内存,图像处理模块运行超温检测算法,首先根据目标和背景的对比度计算出原始阈值,再结合用户设定的目标温度等级,计算出二值化阈值,将图像进行二值化后进行连通域检测,计算出目标区域面积和坐标,在画面上标识出超温区域并通过串口发出报警信息。

## 一种基于双光谱的森林防火智能监控系统

### 技术领域

[0001] 本发明为一种基于双光谱的森林防火智能监控系统。

### 背景技术

[0002] 近年来,智能视频监控系统越来越受到重视。众所周知,视频监控工作劳动强度很大,它对工作人员的注意力、警惕性,特别是对异常情况的反应能力要求很高,一般监控过程中发生的失误都是由于注意力不集中造成。智能视频监控能够在图像及图像描述之间建立映射关系,从而使计算机能够通过数字图像处理和分析来理解视频画面中的内容。这样既减轻了监控人员的工作负担,降低误报、漏报现象的发生,又能自动进行视频分析,及时识别可疑人员和可疑活动,提醒(或警报)安全工作人员关注相关视频画面,有足够的时间对潜在(或正在发生)的威胁进行处理,也就是通常所说的“事前处理”,真正起到安全防范的作用。

[0003] 目前在大多数场所的火灾检测中通常采用常规的火灾探测方法,主要是利用火灾发生时火焰的烟雾、光的特性对火灾进行探测,但在大空间、大面积、环境比较恶劣和室外环境等场所这些方法无法发挥其作用,常常发生误报。而运用数字图像处理技术,利用火灾火焰和图像特性却能解决以上场所的火灾探测问题。本系统通过基于图像的检测算法从当前视频图像中出现的烟雾和火焰特性进行识别检测,结合可见光和热成像仪双光谱的检测,以及综合判断自动给出报警信号,达到早期火灾监测的目的。

[0004] 智能化的统一监控平台将智能视频图像分析及视频监控有机的结合在一起,以监控硬件系统为基础,通过平台综合提供实时事件分析、及时预警告警、视频实时监控、视频录像及回放、现场图片抓拍及提取等统一功能。

### 发明内容

[0005] 本发明针对现有技术的不足,提供一种基于双光谱的森林防火智能监控系统的技术方案,采用该技术方案,可同时输出两路视频信号,具有热成像仪超温检测和可见光火灾检测功能,结合可见光和热成像仪双光谱的检测,按照火灾发生时的烟火特征,从开始出现火情开始,对火情分步骤检测,给出了一种统一双视场的测量方法,并根据置信度进行综合分析后,自动给出报警信息,有效提高了报警的准确率。

[0006] 本发明是通过如下技术措施实现的:一种基于双光谱的森林防火智能监控系统,其特征是,包括前端设备、网络传输及后台智能管理系统;前端设备主要由热成像仪、可见光摄像机、激光测距机、云台组成;热成像仪、可见光摄像机、激光测距机架设在云台上,将前端设备安装在监控台上,按照客户设定路径进行巡航扫描,每次扫描水平转动一定角度位置,因为检测需要在云台停止转动情况下进行,所以设这每个扫描点停留一段时间进行检测;

[0007] 首先,在每个扫描点开启烟火检测,步骤如下:先由可见光进行烟雾预检测,得到此时烟雾检测置信度  $E1$ ;  $E1$  与传统烟雾阈值相比较,如果小于阈值,则为误报,不做任何其

他检测；如果大于阈值，则启动热成像仪进行超温检测，得到此时热成像仪检测置信度 E2，以及疑似火焰区域坐标，E2 与传统热成像仪检测阈值相比较，若大于阈值，则根据热成像仪焦距值计算出可见光镜头焦距值，使得可见光摄像机与热成像仪视场一致后，再启动可见光摄像机进行可见光火焰检测，得到可见光检测置信度 E3，经过坐标转换，得到可见光火焰

区域坐标  $\Omega_B(x_i, y_i)$  和热成像仪在可见光摄像机视场的变换区域坐标  $\Omega_{A \rightarrow B}(x'_i, y'_i)$  的

检测信息并将检测信息通过网络传输到后天智能管理系统；后天智能管理系统根据接收到的从前端设备传回的报警信号、区域坐标、置信度信息，进行疑似火焰区域匹配，如果匹配度高，表明经过热成像仪和可见光摄像机检测区域一致，则输出报警信息，并根据火灾区域

成像的靶面尺寸，根据公式  $\tan 2\theta_A = \frac{h_A}{2f_A}$ 、 $H_A = 2 \times D \times \tan 2\theta_A = D \times \frac{h_A}{f_A}$ ，由可

见光摄像机与热成像仪视场两视场一致，即热成像仪视场水平距离与可见光摄像机视场水平距离相等，得  $H_A = H_B$ ，已知可见光摄像机靶面水平尺寸  $h_B$ ，可见光摄像机水平视场角  $2\theta_B$ ，

则根据  $\tan 2\theta_B = \frac{h_B}{2f_B} = \frac{H_B}{2D}$  计算出  $H_B$ ，同理可得  $V_B$ ，根据公式  $S = H_B * V_B$ ，求得实际的火

灾面积，为监控人员对火情的控制提供必要的信息，其中， $f_A$  为热成像仪镜头焦距，已知热成像仪水平靶面尺寸为  $h_A$ ，观察景物距离镜头距离为  $D$ ， $2\theta_A$  为热成像仪的水平视场角； $H_A$  为热成像仪视场水平距离； $f_B$  为可见光摄像机镜头焦距。

[0008] 本发明的具体特点还有，上述热成像仪超温检测过程如下：热成像仪的图像采集模块将探测器输出的高精度图像数据写入内存，图像处理模块运行超温检测算法，首先根据目标和背景的对比度计算出原始阈值，再结合用户设定的目标温度等级，计算出二值化阈值，将图像进行二值化后进行连通域检测，计算出目标区域面积和坐标，在画面上标识出超温区域并通过串口发出报警信息。

[0009] 本发明的有益效果为：本系统集成红外热成像仪、超温检测仪、可见光摄像机、火灾监测分析仪、云台、激光测距机、视频服务器、监控主机等部分。可同时输出两路视频信号，具有热成像仪超温检测和可见光火灾检测功能，结合可见光和热成像仪双光谱的检测，按照火灾发生时的烟火特征，从开始出现火情开始，对火情分步骤检测，给出了一种统一双视场的测量方法，并根据置信度进行综合分析后，自动给出报警信息，有效提高了报警的准确率。探测设备可根据用户在场景中画出的任意路径自动扫描，并可在运动扫描过程中进行快速烟火检测。通过网络传输并向远程监控主机发送报警信息，报警信息包括：机器 ID，云台水平和俯仰角度，超温区域的坐标（左上角和右下角），激光测距机测得的距离值等。同时，根据激光测距机的距离值，能够估算出实际火焰面积大小。远程监控主机根据回传信息，经过分析判断确认报警后产生报警信号、记录报警信息，并提供日志查询和录像等功能，方便用户对火情信息进行处理。

## 附图说明

[0010] 图 1 是本发明具体实施方式的系统框图。

[0011] 图 2 是发明具体实施方式中的红外热成像仪系统框图。

[0012] 图 3 是发明具体实施方式中的热成像超温检测原理框图。

- [0013] 图 4 是发明具体实施方式中的成像原理图。
- [0014] 图 5 是发明具体实施方式中的可见光检测原理框图。
- [0015] 图 6 是发明具体实施方式中的双光谱探测智能分析算法原理框图。
- [0016] 图 7 是发明具体实施方式中的火灾区域成像面积计算图。

### 具体实施方式

[0017] 为能清楚说明本方案的技术特点,下面通过一个具体实施方式,对本方案进行阐述。

[0018] 一种基于双光谱的森林防火智能监控系统,如图 1 所示,包括前端设备、网络传输及后台智能管理系统;前端设备主要由热成像仪、可见光摄像机、激光测距机、云台组成;热成像仪、可见光摄像机、激光测距机架设在云台上,将前端设备安装在监控台上,按照客户设定路径进行巡航扫描,每次扫描水平转动一定角度位置,通常为 1 度,因为检测需要在云台停止转动情况下进行,所以设这每个扫描点停留一段时间,通常停留 10 秒进行检测;

[0019] 在扫描点停留时,根据火灾发生的一般规律,烟雾出现早于明火,检测火焰相对于检测火情烟雾有一定的时间滞后。而热成像检测烟雾通常较难,所以在热成像检测火焰前,因此,首先,在每个扫描点开启烟火检测,步骤如下:先由可见光进行烟雾预检测,得到此时烟雾检测置信度  $E_1$ ;  $E_1$  与传统烟雾阈值相比较,如果小于阈值,则为误报,不做任何其他检测;如果大于阈值,则启动热成像仪进行超温检测,得到此时热成像仪检测置信度  $E_2$ ,以及疑似火焰区域坐标,  $E_2$  与传统热成像仪检测阈值相比较,若大于阈值,则根据热成像仪焦距值计算出可见光镜头焦距值,使得可见光摄像机与热成像仪视场一致后,再启动可见光摄像机进行可见光火焰检测,得到可见光检测置信度  $E_3$ ,经过坐标转换,得到可见光火焰区域坐标  $\Omega_B(x_i, y_i)$  和热成像仪在可见光摄像机视场的变换区域坐标  $\Omega_{A \rightarrow B}(x'_i, y'_i)$  的检测信

息并将检测信息通过网络传输到后天智能管理系统;后台智能管理系统根据接收到的从前端设备传回的报警信号、区域坐标、置信度信息,进行疑似火焰区域匹配,如果匹配度高,表明经过热成像仪和可见光摄像机检测区域一致,则输出报警信息,并根据火灾区域成像的

靶面尺寸,根据公式  $\tan 2\theta_A = \frac{h_A}{2f_A}$ ,  $H_A = 2 \times D \times \tan 2\theta_A = D \times \frac{h_A}{f_A}$ , 由可见光摄

像机与热成像仪视场两视场一致,即热成像仪视场水平距离与可见光摄像机视场水平距离相等,得  $H_A = H_B$ , 已知可见光摄像机靶面水平尺寸  $h_B$ , 可见光摄像机水平视场角  $2\theta_B$ , 则根据

$\tan 2\theta_B = \frac{h_B}{2f_B} = \frac{H_B}{2D}$  计算出  $H_B$ , 同理可得  $V_B$ , 根据公式  $S = H_B * V_B$ , 求得实际的火灾面积,

为监控人员对火情的控制提供必要的信息,其中,  $f_A$  为热成像仪镜头焦距,已知热成像仪水平靶面尺寸为  $h_A$ , 观察景物距离镜头距离为  $D$ 。

[0020] 图 2 为红外热成像仪的系统框图。图中, FPGA 为微处理器,由热成像机芯输出数字视频差分信号,经过视频图像处理,输入到微处理器进行视频分析;同时从视频信号中分离出同步信号给字符叠加芯片,将报警箭头等信息通过字符叠加到视频上后,变成模拟视频信号输出到后端。微处理器负责与云台通讯功能,接收云台指令以及回传报警信息;同

时负责对热成像镜头控制功能,包括变倍、聚焦等。

[0021] 图 3 中展示了热成像超温检测的原理。自然界中任何温度高于绝对零度的物体,都会不停地向周围空间辐射包括红外波段在内的电磁波,物体表面的温度越高,红外辐射能量就越多,因此可以利用红外辐射测量物体表面的热状态。热像仪工作在 8~14 μ m,属于远红外波段。火焰的辐射波长范围为 2-20 μ m,正常森林的辐射波长范围为 8.5-12.2 μ m,都在热成像仪 8-14 μ m 的探测范围之内。目标温度越高,从热成像探测器组件输出的数字信号值越大,即数字图像的灰度值越大,根据这个特点,热成像仪超温检测过程如下:热成像仪的图像采集模块将探测器输出的高精度图像数据写入内存,图像处理模块运行超温检测算法,首先根据目标和背景的对比度计算出原始阈值,再结合用户设定的目标温度等级,计算出二值化阈值,将图像进行二值化后进行连通域检测,计算出目标区域面积和坐标,在画面上标识出超温区域并通过串口发出报警信息。

[0022] 由于探测器接收到的红外辐射能量受监控距离和工作环境的影响,被检测目标的温度范围也各不相同,所以为了达到理想的报警效果,通常需要根据用户的具体使用环境设定被监控目标的温度等级,即目标与背景的温度差别等级,得到置信度 E2。

[0023] 但是,由于红外热成像仪成像清晰度差,且存在一定程度上的误报,因此本系统又引入可见光图像检测。当出现火情时,E1 大于阈值启动热成像检测,当热成像检测后,启动可见光火焰检测。

[0024] 在热成像仪发现目标报警基础上,通过视频图像分析算法,检测出火焰产生二级报警信号。可见光摄像机模拟视频信号接入到图像检测模块,通过图像采集单元的视频解码电路转换为数字信号后,被基于 DSP 的图像处理单元处理,根据火灾火焰的图像特性,探测出画面中出现火焰,加入火焰识别标记后,再通过视频编码电路转换为模拟视频信号输出。

[0025] 由于实际现场环境中,存在着树叶抖动、灯光干扰等影响因素,使得可见光在实际检测中的误报率极高。如果此时可见光检测的视场与热成像检测视场一致,热成像识别出火焰发出报警,而可见光检测的画面中也出现了火情并报警,则置信度大大提高,从而减少了误报率的产生。

[0026] 热成像的视场角小,用于对火焰进行重点检测。可见光视场角调节范围大,可以对大面积场景进行一般性检测,尤其是早期火灾烟雾出现时,更便于及时发现弥漫性的烟雾。所以在正常巡航时,可见光视场角度大,比热成像所观察范围大。因此在热成像检测到火焰后,接着要对可见光摄像机视场进行调节,使可见光摄像机视场与热成像视场一致后,再开启可见光火焰检测。可见光摄像机与热成像仪视场一致是通过如下调节方式实现的,在热成像镜头齿轮处,安装可变电阻器,经过 A/D 转换,读取变阻器的电阻值,得到热成像镜头焦距  $f_A$ ,已知热成像水平靶面尺寸为  $h_A$ 。通过对激光测距机进行测距,测得观察景物距离镜头距离为  $D$ 。根据附件图 4 中的原理,以水平视场为例,计算水平视场角  $2\theta_{HA}$ 。

[0027] 
$$\tan 2\theta_{HA} = \frac{h_A}{2f_A} \dots\dots\dots (1)$$

[0028] 由附件图可知,可以求得当前视场中,所观测场景的水平距离  $H_A$ 。

[0029]  $H_A = 2 \times D \times \tan 2\theta_{HA} = D \times \frac{h_A}{f_A} \dots \dots \dots (2)$

[0030] 根据公式 (1) 求得  $H_A$ , 保证两视场一致, 是指热成像视场水平距离与可见光视场水平距离相等, 即  $H_A = H_B$ , 已知可见光摄像机靶面水平尺寸  $h_B$ , 则可见光摄像机水平视场角  $2\theta_{HB}$ 。

[0031]  $\tan 2\theta_{HB} = \frac{h_B}{2f_B} = \frac{H_B}{2D} \dots \dots \dots (3)$

[0032] 根据公式 (3) 求得可见光镜头焦距  $f_B = \frac{h_B}{H_B} \times D = \frac{h_B}{H_A} \times D$ 。

[0033] 若以垂直视场为例, 原理同上也可计算垂直视场角  $2\theta_{VA}$

[0034]  $\tan 2\theta_{VA} = \frac{v_A}{2f_A} \dots \dots \dots (1')$

[0035] 由附件图可知, 可以求得当前视场中, 所观测场景的垂直距离  $V_A$ 。

[0036]  $V_A = 2 \times D \times \tan 2\theta_{VA} = D \times \frac{v_A}{f_A} \dots \dots \dots (2')$

[0037] 根据公式 (1') 求得  $H_A$ , 保证两视场一致, 是指热成像视场水平距离与可见光视场垂直距离相等, 即  $V_A = V_B$ , 已知可见光摄像机靶面水平尺寸  $V_B$ , 则可见光摄像机水平视场角  $2\theta_{VB}$ 。

[0038]  $\tan 2\theta_{VB} = \frac{v_B}{2f_B} = \frac{V_B}{2D} \dots \dots \dots (3')$

[0039] 在可见光镜头齿轮处, 安装可变电阻器, 经过 A/D 转换, 读取变阻器的电阻值  $R_B$ , 该

电阻值与镜头焦距  $f_B$  存在一定关系, 通过插值算法得出一组  $R_B$  与  $f_B$  的对应关系, 读取  $R_B$

的值, 查表得到  $f_B$  的值。控制可见光镜头, 实时读取焦距值  $f_B$ , 当与计算值符合时, 停止对可见光镜头的控制, 此时可见光的视场与热成像视场一致, 可以进行可见光火焰检测。

[0040] 图 5 中描述了本系统可见光检测火焰主要通过检测火焰的静态特征 (颜色) 和形态特征 (闪烁性) 两个特征进行检测。先利用静态特征从视频图像中提取出与火焰颜色相似的区域, 再利用形态特征对上面提取出来的区域进行检测, 可以排除与火焰颜色相似的非火焰区域, 这样降低了错误报警率, 可以增加早期报警的可靠性。由于监测场景不同, 火焰所呈现的颜色、状态也会不同。因此, 在监测时, 可以根据环境要求, 调整检测模块的工作状态, 通过设置相应参数阈值, 如颜色灵敏度、动态灵敏度等, 使检测模块可以更准确及时

地识别出火焰,得到可见光检测置信度 E3。

[0041] 图 6 描述了双光谱探测智能分析算法原理图。因为通过前端热成像仪的超温探测产生报警信号,同时伴有疑似火焰区域坐标。由于热成像仪和可见光摄像机靶面尺寸不同,因此,需要对坐标信息重新映射。并通过如下方法计算出目标区域面积和坐标的:由热成像火焰检测出火焰矩形区域为 $\Omega_A(x_i, y_i)$ ,由可见光火焰检测出火焰区域为 $\Omega_B(x_i, y_i)$ 。

根据 $x'_i = \frac{h_B}{h_A} \times x_i$ ,  $y'_i = \frac{h_B}{h_A} \times y_i$ , 得到热成像着火区域在可见光靶面上的对应区域

$\Omega_{A \rightarrow B}(x'_i, y'_i)$ , 其中  $i=1, 2$ ; 当  $i=1$  时,表示矩形左上角坐标,  $i=2$ , 表示矩形区域右下角坐标;

[0042] 将报警信号、区域坐标通过网络传输到后台智能控制系统后,智能控制系统根据可见光火焰区域坐标 $\Omega_B(x_i, y_i)$ 和热成像仪在可见光视场的变换区域坐标 $\Omega_{A \rightarrow B}(x'_i, y'_i)$

的检测信息,结合场景分析,进行疑似火焰区域匹配,如果匹配度高,表明经过热成像和可见光检测区域一致,则输出报警信息并通知监控人员,从而做到对火焰早期的预警功能;同时根据火灾区域成像的靶面坐标,由图 7 得到火灾区域成像的面积大小为

$s = l \times w = (x_2 - x_1) \times (y_1 - y_2)$ , 根据公式 (3) 和公式 (3') 可以计算出实际的火灾

面积 $S = L \times W = (\frac{l}{f} \times D) \times (\frac{w}{f} \times D)$ , 为监控人员对火情的控制提供必要的信息。

[0043] 本发明未经描述的技术特征可以通过或采用现有技术实现,在此不再赘述,当然,上述说明并非是对本发明的限制,本发明也并不仅限于上述举例,本技术领域的普通技术人员在本发明的实质范围内所做出的变化、改型、添加或替换,也应属于本发明的保护范围。



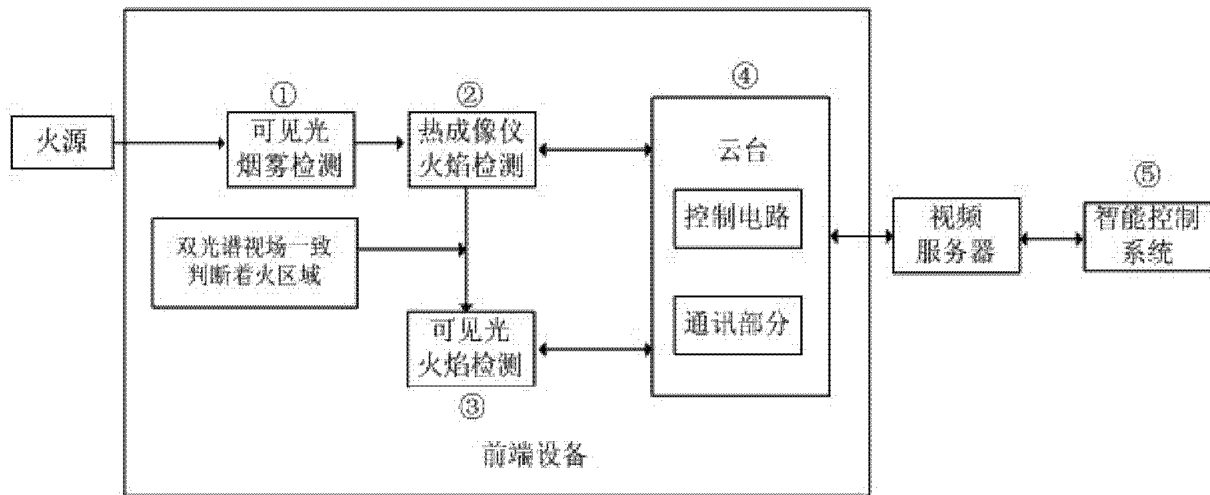


图 1

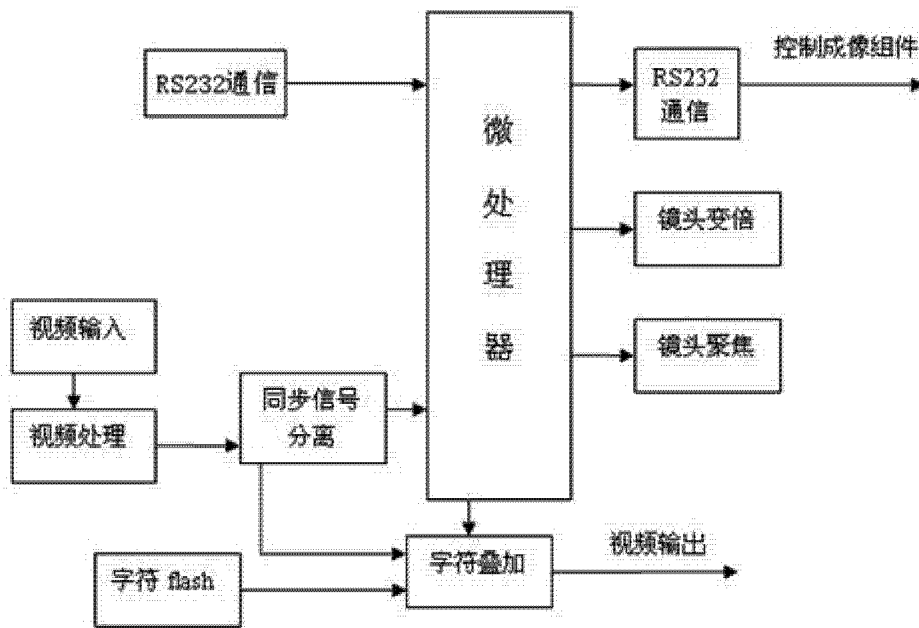


图 2

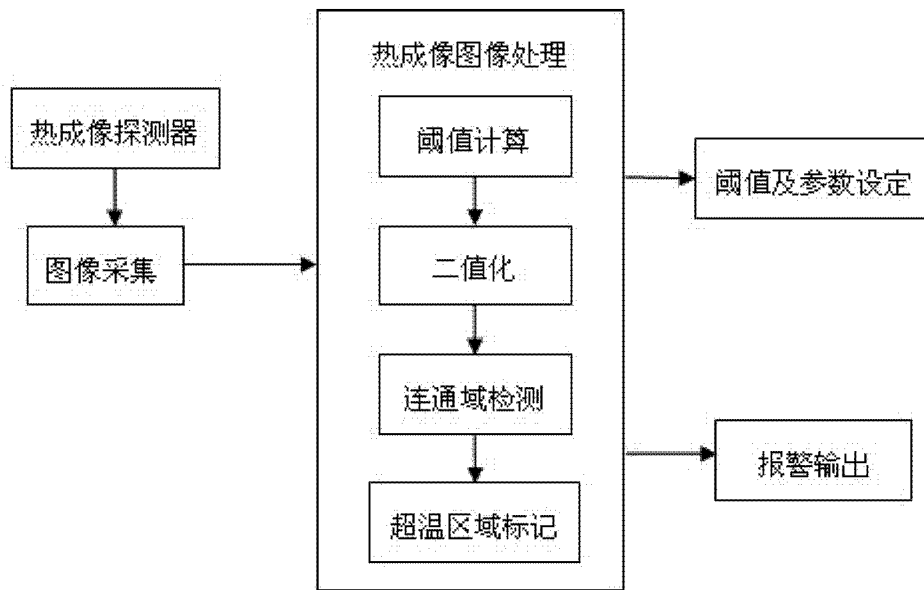


图 3

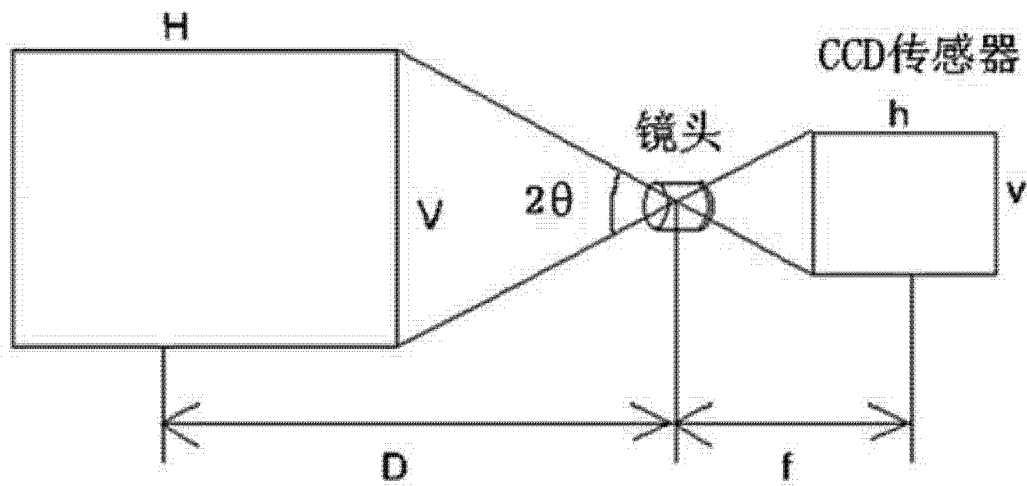


图 4

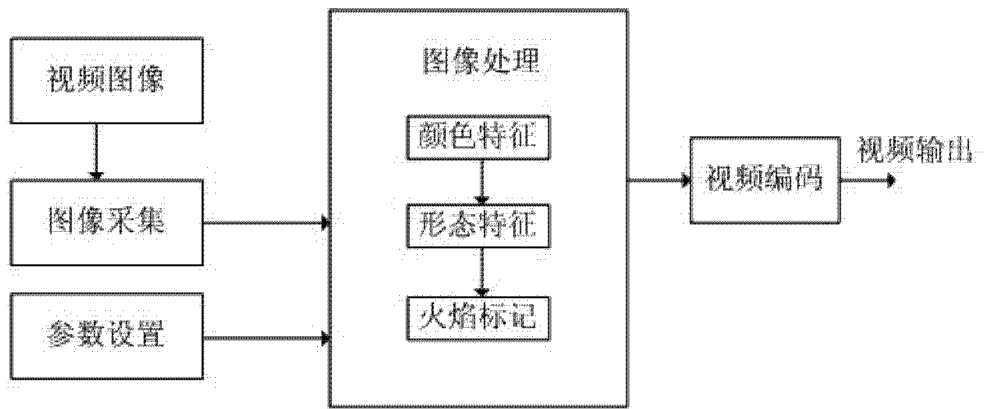


图 5

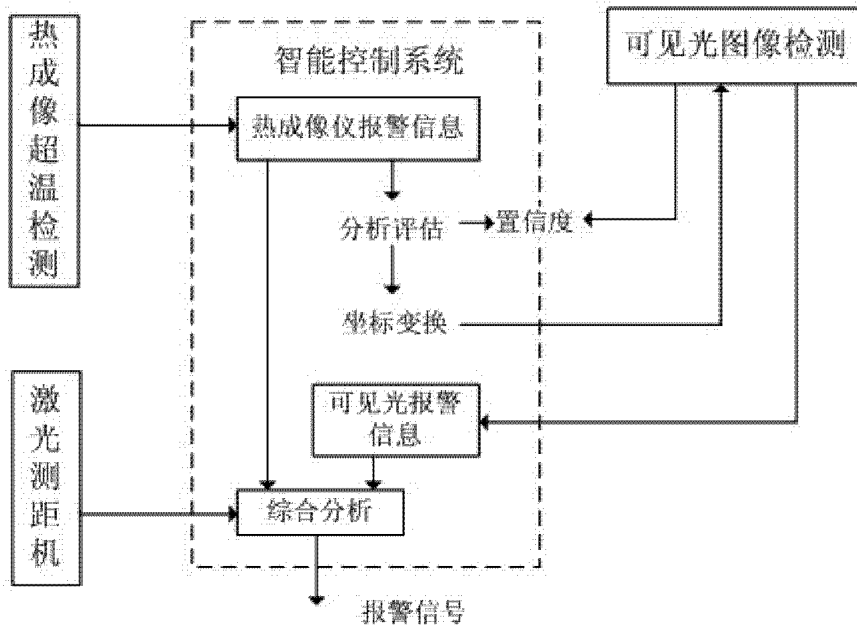


图 6

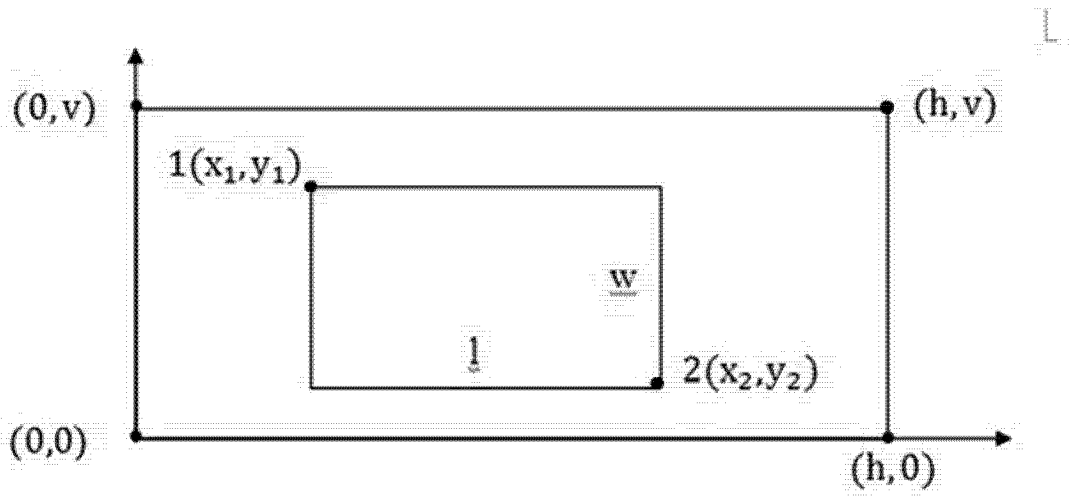


图 7