



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102420974 A

(43) 申请公布日 2012.04.18

(21) 申请号 201110334813.0

(22) 申请日 2011.10.28

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路
3888 号

(72) 发明人 张叶 曲宏松 王延杰 韩广良
武治国

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

H04N 7/18(2006.01)

G06K 9/00(2006.01)

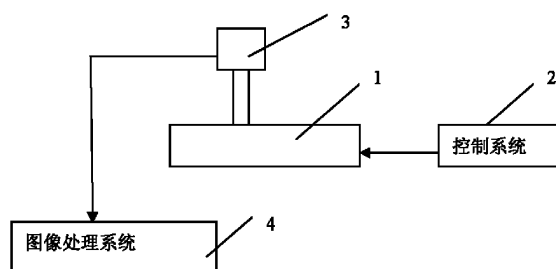
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54) 发明名称

森林火情自动监测系统

(57) 摘要

本发明涉及一种森林火情自动监测系统,该系统的控制系统控制转台运转,并控制图像采集系统采集模板图像和实时图像;图像处理系统在实时图像上选择灰度动态范围较大的一些候选区域,并在模板图像中找到分别与这些候选区域位置对应的区域,并扩大搜索范围,计算得到每个候选区域在对应的扩大的范围内的最高匹配度 R_i ,利用 R_i 来确定是否有疑似着火点;若判定有疑似着火点则向控制系统输出有疑似着火点的信息;转台停止转动后,控制系统发出指令控制图像采集系统连续采集多帧图像,再由图像处理系统根据连续多帧图像中 R、G、B 三基色相近区域的位置是否发生持续变化来确认是否为着火点位置。本发明具有更低的误警率,更高的稳定度。



1. 一种森林火情自动监测系统,包括控制系统(2),转台(1),图像采集系统(3)和图像处理系统(4);其特征在于所述控制系统(2)控制转台(1)运转,并控制图像采集系统(3)采集模板图像和实时图像,图像采集系统(3)采集的模板图像和实时图像送给图像处理系统(4);图像处理系统(4)根据模板图像和实时图像判别是否有疑似着火点;

所述的图像处理系统(4)包括:

模板图像存储装置;

疑似着火点判别装置:将图像采集系统(3)采集的实时图像分成多个 $n \times m$ 的小区域,设灰度动态范围阈值为 S ,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 S 的候选区域;在模板图像中找到分别与这些候选区域位置对应的区域,并扩大搜索范围,计算得到每个候选区域在对应的扩大的范围内的最高匹配度 R_i ,其中 $i = 1, 2, \dots, k$, k 等于灰度动态范围大于 S 的候选区域数量;设匹配度高阈值为 R_h ,匹配度低阈值为 R_l ;若 R_i 中大于 R_h 的个数大于 $k/2$,则判定小于 R_l 的 R_i 对应的候选区域为疑似着火点,向控制系统(2)输出有疑似着火点的信息。

2. 根据权利要求1所述的森林火情自动监测系统,其特征在于所述图像处理系统(4)还包括确认着火点位置的装置;控制系统(2)接收到有疑似着火点的信息,则发出转台(1)停止转动控制命令;转台(1)停止转动后,控制系统(2)发出指令控制图像采集系统(3)连续采集多帧图像;确认着火点位置的装置将转台停止转动后图像采集装置(3)采集的连续多帧图像与对应的模板图像进行相减,判断 R 、 G 、 B 三基色相近区域的位置是否发生持续变化,若发生持续变化则认为 R 、 G 、 B 三基色相近区域是烟雾位置,向控制系统(2)输出着火点位置。

3. 根据权利要求1所述的森林火情自动监测系统,其特征在于所述模板图像为预先存储的转台(1)每转一个角度 θ 图像采集系统(3)采集一帧图像得到的一系列背景图像;实时图像为转台(1)每转一个角度 θ 图像采集系统(3)实时采集的一帧图像。

4. 根据权利要求1所述的森林火情自动监测系统,其特征在于所述模板图像和实时图像分别为图像采集装置(3)实时采集的整幅图像中的模板半区图像和实时半区图像;模板半区图像存储于模板图像存储装置;当转台(1)转动至模板半区图像的景物成像在实时半区图像位置时,疑似着火点判别装置将此时的实时半区图像分成多个 $n \times m$ 的小区域,设灰度动态范围阈值为 S ,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 S 的候选区域;然后在模板图像存储装置中存储的模板半区图像中找到分别与这些候选区域位置对应的区域,并扩大搜索范围,计算得到每个候选区域在对应的扩大的范围内的最高匹配度 R_i ,其中 $i = 1, 2, \dots, k$, k 等于灰度动态范围大于 S 的候选区域数量;设匹配度高阈值为 R_h ,匹配度低阈值为 R_l ;若 R_i 中大于 R_h 的个数大于 $k/2$,则判定小于 R_l 的 R_i 对应的候选区域为疑似着火点,向控制系统(2)输出有疑似着火点的信息;若判定无疑似着火点,则将此时新的模板半区图像存储于模板图像存储装置。

5. 根据权利要求1、2、3或4所述的森林火情自动监测系统,其特征在于还包括确定森林区域的装置;所述确定森林区域的装置将图像进行边缘滤波处理,从上到下搜索森林区域起始位置,得到森林区域边缘一系列 y 坐标值;疑似着火点判别装置将实时图像中的森林区域分成多个 $n \times m$ 的小区域,设灰度动态范围阈值为 S ,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 S 的候选区域;在模板图像中找到分别与这些候选区域位置对应的区域,并扩

大搜索范围,计算得到每个候选区域在对应的扩大的范围内的最高匹配度 R_i , 其中 $i = 1, 2, \dots, k$, k 等于灰度动态范围大于 S 的候选区域数量; 设匹配度高阈值为 R_h , 匹配度低阈值为 R_l ; 如果 R_i 中大于 R_h 的个数大于 $k/2$, 则判定小于 R_l 的 R_i 对应的候选区域为疑似着火点, 向控制系统 (2) 输出有疑似着火点的信息, 使控制系统 (2) 发出转台停止转动控制命令。

森林火情自动监测系统

技术领域

[0001] 本发明属于计算机视觉领域,涉及一种通过计算机自动识别手段对森林火灾进行监测的系统。

技术背景

[0002] 森林防火是有利于国计民生的热点问题,目前,传统的森林火灾监测技术包括人工护林监测、飞机航测和卫星监测等,由于人工护林监测的局限性以及飞机航测与卫星监测费用十分的昂贵,有需求在瞭望塔上建立高科技的火情自动监测系统。通过计算机自动识别的手段降低森林火险等级可带来极其显著的社会及经济效益。

[0003] 传统的森林火情自动监测系统一般包括控制系统,转台,图像采集系统和图像处理系统;控制系统首先控制转台转动使图像采集系统进行全背景采样,转台每转一个小角度图像采集系统采集一帧图像作为模板图像,并将其存储于图像处理系统。全背景采样完毕后,控制系统控制转台转动,转台每转一个小角度图像采集系统采集一帧图像作为实时图像,然后图像处理系统将实时图像与模板图像进行相减,根据相减运算得到的差值判断是否有着火点。这种监测系统要求在做图像相减的时候,模板图像与实时图像为同一角度,对转台以及编码器的要求很高,而且对运动十分敏感。由于存储背景图像的角度不可能无限小,而且受转台运动速度和平稳度的影响可能会有轻微晃动,编码器送的当前转台角度值也存在一定误差,两幅图像相减后可能会产生很多非目标的噪声点,容易获得很高的误警率,且不适合一直运动的转台。同时,传统的算法在执行过程中都需要转台停下来,比较静止的实时图片和模板图片,算法执行效率低。即便如此,由于天气、光照等的变化,误警率也较高。其原因是,图像相减本身就对运动和噪声十分敏感。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种误警率低的森林火情自动监测系统。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明的森林火情自动监测系统包括控制系统,转台,图像采集系统和图像处理系统;所述控制系统控制转台运转,并控制图像采集系统采集模板图像和实时图像,图像采集系统采集的模板图像和实时图像送给图像处理系统;图像处理系统根据模板图像和实时图像判别是否有疑似着火点;

[0006] 所述的图像处理系统包括:

[0007] 模板图像存储装置;

[0008] 疑似着火点判别装置:将图像采集系统采集的实时图像分成多个 $n \times m$ 的小区域,设灰度动态范围阈值为 S ,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 S 的候选区域;在模板图像中找到分别与这些候选区域位置对应的区域,并扩大搜索范围,计算得到每个候选区域在对应的扩大的范围内的最高匹配度 R_i ,其中 $i = 1, 2, \dots, k$, k 等于灰度动态范围大于 S 的候选区域数量;设匹配度高阈值为 R_h ,匹配度低阈值为 R_l ;若 R_i 中大于 R_h 的个数大于 $k/2$,则判定小于 R_l 的 R_i 对应的候选区域为疑似着火点,向控制系统输出有疑似着火

点的信息。

[0009] 本发明在实时图像上选择灰度动态范围较大的一些候选区域,并在模板图像中找到分别与这些候选区域位置对应的区域,并扩大搜索范围,计算得到每个候选区域在对应的扩大的范围内的最高匹配度 R_i ,利用 R_i 来确定是否有疑似着火点。由于这些候选区域是在扩大的范围内寻找匹配度最高的区域,在转台轻微晃动或定位不准的情况下,依然可以通过局部搜索,可靠地判定是否有疑似着火点。与传统方法相比,本发明具有较低的误警率,较高的稳定度。

[0010] 所述图像处理系统还包括确认着火点位置的装置;控制系统接收到有疑似着火点的信息,则发出转台停止转动控制命令;转台停止转动后,控制系统发出指令控制图像采集系统连续采集多帧图像;确认着火点位置的装置将转台停止转动后图像采集装置采集的连续多帧图像与对应的模板图像进行相减,判断 R、G、B 三基色相近区域的位置是否发生持续变化,若发生持续变化则认为 R、G、B 三基色相近区域是烟雾位置,向控制系统输出着火点位置。

[0011] 由于烟雾的颜色近似于白色,R、G、B 三基色分量比较相近,并且在燃烧时烟雾具有运动性、不固定性,因而可以通过判断连续多帧图像中 R、G、B 三基色相近区域的位置是否发生持续变化来确认是否为着火点位置,进一步降低了误警率。

[0012] 所述模板图像为预先存储的转台每转一个角度 θ 图像采集系统采集一帧图像得到的一系列背景图像;实时图像为转台每转一个角度 θ 图像采集系统 3 实时采集的一帧图像。

[0013] 所述模板图像和实时图像分别为图像采集装置实时采集的整幅图像中的模板半区图像和实时半区图像;模板半区图像存储于模板图像存储装置;当转台转动至模板半区图像的景物成像在实时半区图像位置时,疑似着火点判别装置将此时的实时半区图像分成多个 $n \times m$ 的小区域,设灰度动态范围阈值为 S,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 S 的候选区域;然后在模板图像存储装置中存储的模板半区图像中找到分别与这些候选区域位置对应的区域,并扩大搜索范围,计算得到每个候选区域在对应的扩大的范围内的最高匹配度 R_i ,其中 $i = 1, 2, \dots, k$, k 等于灰度动态范围大于 S 的候选区域数量;设匹配度高阈值为 R_h ,匹配度低阈值为 R_l ;若 R_i 中大于 R_h 的个数大于 $k/2$,则判定小于 R_l 的 R_i 对应的候选区域为疑似着火点,向控制系统输出有疑似着火点的信息;若判定无疑似着火点,则将此时新的模板半区图像存储于模板图像存储装置。

[0014] 本发明将实时采集的整幅图像分为左右两个半区,根据转台的旋转方向,将一个半区作为模板图像,另一个半区作为实时图像,不需要进行全背景采样,这样能够及时发现火情并进行烟雾监测,从而避免了采集一圈背景图像以后再进行火情检测造成的延误。

[0015] 本发明还可以包括确定森林区域的装置;所述确定森林区域的装置将图像进行边缘滤波处理,从上到下搜索森林区域起始位置,得到森林区域边缘一系列 y 坐标值(纵坐标值);疑似着火点判别装置将实时图像中的森林区域分成多个 $n \times m$ 的小区域,设灰度动态范围阈值为 S,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 S 的候选区域;在模板图像中找到分别与这些候选区域位置对应的区域,并扩大搜索范围,计算得到每个候选区域在对应的扩大的范围内的最高匹配度 R_i ,其中 $i = 1, 2, \dots, k$, k 等于灰度动态范围大于 S 的候选区域数量;设匹配度高阈值为 R_h ,匹配度低阈值为 R_l ;如果 R_i 中大于 R_h 的个数大于 $k/2$,

则判定小于 R_1 的 R_1 对应的候选区域为疑似着火点,向控制系统输出有疑似着火点的信息,使控制系统发出转台停止转动控制命令。

[0016] 本发明利用烟雾颜色特征和形态特征进行识别,颜色特征包括烟雾位置与周围森林灰度间具有明显的亮度差别,形态特征包括烟雾形态的运动性、不固定性,可以结合相关算法实现对着火点的检测。归纳起来,利用着火点的以下两个特点:一是着火点为局部较亮的位置;二是着火点会产生烟雾,烟雾从无到有的过程会使得局部图像灰度随时间的变化而发生改变,可将实时图像与模板图像进行比较求取差异较大的位置。

[0017] 本发明以相关算法为核心,在转台轻微晃动或定位不准的情况下,依然可以通过局部搜索,可靠的判断着火点以上和以下的相似性变化程度,与传统方法相比,具有更低漏警率,更高稳定度。

[0018] 本发明可应用于分布在林中的瞭望塔上搭建的自动着火点识别系统,并应用实时采集到的运动视频,在 360 度的范围内对瞭望塔可观测的林区进行着火点自动识别。

附图说明

[0019] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0020] 图 1 为本发明的森林火灾监测装置结构框图。

[0021] 图 2 为本发明实施例 1、3 结构框图。

[0022] 图 3 为本发明实施例 2、4 结构框图。

[0023] 图 4a、4b 为实时图像与模板图像匹配示意图。

[0024] 图 5a、5b、5c、5d、5e、5f 为森林中着火点序列图片。

具体实施方式

[0025] 如图 1 所示,本发明的森林火情自动监测系统包括转台 1,控制系统 2,图像采集系统 3 和图像处理系统 4;所述控制系统控制转台运转,并控制图像采集系统采集模板图像和实时图像,图像采集系统 3 采集的模板图像和实时图像送给图像处理系统 4,由图像处理系统 4 判别是否有疑似着火点;若判定有疑似着火点则向控制系统 2 输出有疑似着火点的信息。

[0026] 实施例 1

[0027] 如图 2 所示,所述的图像处理系统 4 包括模板图像存储装置,疑似着火点判别装置,确认着火点位置的装置。

[0028] 控制系统 2 首先控制转台 1 转动使图像采集系统 3 进行全背景采样,转台 1 每转一个小角度 θ 图像采集系统 3 采集一帧图像作为模板图像,并将其存储于模板图像存储装置,全背景采样完毕后,开始进行实时图像处理过程。一般选择 $\theta < 0.1^\circ$ 。

[0029] 控制系统 2 控制转台 1 转动,转台 1 每转一个小角度 θ 图像采集系统 3 采集一帧图像作为实时图像,疑似着火点判别装置将实时图像分成多个 50×50 小区域,如图 4b 所示,设灰度动态范围阈值为 $S = 50$,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 50 的候选区域 $A_1, A_2, \dots, A_k$;在模板图像中找到分别与这些候选区域 $A_1, A_2, \dots, A_k$ 位置对应的区域 $B_1, B_2, \dots, B_k$,并扩大搜索范围,如图 4a 所示,计算得到候选区域 $A_1, A_2, \dots, A_k$ 在对应的扩大的范围 $C_1, C_2, \dots, C_k$ 内的最高匹配度 $R_1, R_2, \dots, R_k$,匹配度可利用二

维归一化互相关公式计算,二维归一化互相关公式如下式所示:

$$[0030] \quad R(x, y) = \frac{\sum_x \sum_y I(x, y) * T(x-s, y-t)}{\sqrt{\sum_x \sum_y [I(x, y)]^2} \sqrt{\sum_x \sum_y [T(x-s, y-t)]^2}} \quad (1)$$

[0031] 其中 $R(x, y)$ 为实时图像 (x, y) 处像素 $I(x, y)$ 与模板图像 $(x-s, y-t)$ 处像素 $T(x-s, y-t)$ 的匹配度,扩大搜索范围以后,解决了转台轻微晃动带来的高误警率问题。

[0032] 设匹配度高阈值为 $R_h = 85\%$,匹配度低阈值为 $R_l = 70\%$;如果 $R_1, R_2, \dots, R_k$ 中大于 85% 的个数大于 $k/2$,则判定 $R_1, R_2, \dots, R_k$ 中小于 70% 的候选区域为疑似着火点,向控制系统 2 输出有疑似着火点的信息,使控制系统 2 发出转台 1 停止控制命令;转台 1 停止转动后,控制系统 2 发出指令控制图像采集系统连续采集多帧图像;确认着火点位置的装置将转台 1 停止转动后图像采集装置采集的连续多帧图像与对应的模板图像进行相减,判断 R、G、B 三基色相近区域的位置是否发生持续变化,若发生持续变化则认为 R、G、B 三基色相近区域是烟雾位置,向控制系统 2 输出着火点位置。

[0033] 实施例 2

[0034] 如图 3 所示,所述的图像处理系统 4 包括模板图像存储装置,确定森林区域的装置,疑似着火点判别装置,确认着火点位置的装置。

[0035] 控制系统 2 首先控制转台 1 转动使图像采集系统 3 进行全背景采样,转台 1 每转一个小角度 θ 图像采集系统 3 采集一帧图像作为模板图像,并将其存储于模板图像存储装置,全背景采样完毕后,开始进行实时图像处理过程。一般选择 $\theta < 0.1^\circ$ 。

[0036] 控制系统 2 控制转台 1 转动,转台 1 每转一个小角度 θ 图像采集系统 3 采集一帧图像作为实时图像;确定森林区域的装置利用 canny 算子将图像进行边缘滤波处理,从上到下搜索森林区域起始位置,得到森林区域边缘一系列 y 坐标值。

[0037] 疑似着火点判别装置将实时图像中的森林区域分成多个 30×30 小区域,如图 4b 所示,设灰度动态范围阈值为 $S = 30$,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 30 的候选区域 $A_1, A_2, \dots, A_k$;在模板图像中找到分别与这些候选区域位 $A_1, A_2, \dots, A_k$ 对应的区域 $B_1, B_2, \dots, B_k$,并扩大搜索范围。如图 4a 所示,计算得到候选区域 $A_1, A_2, \dots, A_k$ 在对应的扩大的范围 $C_1, C_2, \dots, C_k$ 内的最高匹配度 $R_1, R_2, \dots, R_k$;匹配度可利用二维归一化互相关公式计算,二维归一化互相关公式如下式所示:

$$[0038] \quad R(x, y) = \frac{\sum_x \sum_y I(x, y) * T(x-s, y-t)}{\sqrt{\sum_x \sum_y [I(x, y)]^2} \sqrt{\sum_x \sum_y [T(x-s, y-t)]^2}} \quad (1)$$

[0039] 其中 $R(x, y)$ 为实时图像 (x, y) 处像素 $I(x, y)$ 与模板图像 $(x-s, y-t)$ 处像素 $T(x-s, y-t)$ 的匹配度,扩大搜索范围以后,解决了转台轻微晃动带来的高误警率问题。

[0040] 设匹配度高阈值为 $R_h = 80\%$,匹配度低阈值为 $R_l = 60\%$;如果 $R_1, R_2, \dots, R_k$ 中大于 80% 的个数大于 $k/2$,则判定 $R_1, R_2, \dots, R_k$ 中小于 60% 的候选区域为疑似着火点,向控制系统 2 输出有疑似着火点的信息,使控制系统 2 发出转台 1 停止转动控制命令;转台 1 停止转动后,控制系统 2 发出指令控制图像采集系统连续采集多帧图像;确认着火点位置的装置将转台 1 停止转动后图像采集装置采集的连续多帧图像与对应的模板图像进

行相减,判断 R、G、B 三基色相近区域的位置是否发生持续变化,若发生持续变化则认为 R、G、B 三基色相近区域是烟雾位置,向控制系统 2 输出着火点位置。

[0041] 实施例 3

[0042] 如图 2 所示,所述的图像处理系统 4 包括模板图像存储装置,疑似着火点判别装置,确认着火点位置的装置。

[0043] 控制系统 2 控制转台 1 向右转动,采用摄像机对森林区域进行图像实时采集,根据转台的旋转方向,将整幅图像中的一个右半区图像作为模板图像,左半区图像作为实时图像。当右半区图像景物运动到左半区时,进行实时图像与模板图像的匹配,同时将新的右半区图像采集为模板图像;疑似着火点判别装置,将实时图像分成多个 40×40 小区域,如图 4b 所示,设灰度动态范围阈值为 $S = 40$,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 40 的候选区域 $A_1, A_2, \dots, A_k$;在模板图像中找到分别与这些候选区域位 $A_1, A_2, \dots, A_k$ 置对应的区域 $B_1, B_2, \dots, B_k$,并扩大搜索范围,如图 4a 所示,计算得到候选区域 $A_1, A_2, \dots, A_k$ 在对应的扩大的范围 $C_1, C_2, \dots, C_k$ 内的最高匹配度 $R_1, R_2, \dots, R_k$,匹配度可利用二维归一化互相关公式计算,二维归一化互相关公式如下式所示:

$$[0044] \quad R(x, y) = \frac{\sum_x \sum_y I(x, y) * T(x-s, y-t)}{\sqrt{\sum_x \sum_y [I(x, y)]^2} \sqrt{\sum_x \sum_y [T(x-s, y-t)]^2}} \quad (1)$$

[0045] 其中 $R(x, y)$ 为实时图像 (x, y) 处像素 $I(x, y)$ 与模板图像 $(x-s, y-t)$ 处像素 $T(x-s, y-t)$ 的匹配度,扩大搜索范围以后,解决了转台轻微晃动带来的高误警率问题。

[0046] 设匹配度高阈值为 $R_h = 90\%$,匹配度低阈值为 $R_l = 70\%$;如果 $R_1, R_2, \dots, R_k$ 中大于 90% 的个数大于 $k/2$,则判定 $R_1, R_2, \dots, R_k$ 中小于 70% 的候选区域为疑似着火点,向控制系统输出有疑似着火点的信息,使控制系统发出转台停止转动控制命令;转台停止转动后,控制系统发出指令控制图像采集系统连续采集多帧图像;确认着火点位置的装置将转台停止转动后图像采集装置采集的连续多帧图像与对应的模板图像进行相减,判断 R、G、B 三基色相近区域的位置是否发生持续变化,若发生持续变化则认为 R、G、B 三基色相近区域是烟雾位置,向控制系统输出着火点位置。

[0047] 实施例 4

[0048] 如图 3 所示,所述的图像处理系统 4 包括模板图像存储装置,确定森林区域的装置,疑似着火点判别装置,确认着火点位置的装置。

[0049] 控制系统 2 控制转台 1 转动,采用摄像机对森林区域进行图像实时采集,根据转台的旋转方向,将整幅图像中的右半区图像作为模板图像,左半区作为实时图像。确定森林区域的装置利用 sobel 算子将图像进行边缘滤波处理,从上到下搜索森林区域起始位置,得到森林区域边缘一系列 y 坐标值;疑似着火点判别装置将实时图像中的森林区域分成多个 45×45 小区域,如图 4b 所示,设灰度动态范围阈值为 $S = 35$,在全部的小区域中选择灰度动态范围大于 35 的候选区域 $A_1, A_2, \dots, A_k$;在模板图像中找到分别与这些候选区域位 $A_1, A_2, \dots, A_k$ 置对应的区域 $B_1, B_2, \dots, B_k$,并扩大搜索范围,如图 4a 所示,计算得到候选区域 $A_1, A_2, \dots, A_k$ 在对应的扩大的范围 $C_1, C_2, \dots, C_k$ 内的最高匹配度 $R_1, R_2, \dots, R_k$,匹配度可利用二维归一化互相关公式计算,二维归一化互相关公式如下式所

示：

$$[0050] \quad R(x, y) = \frac{\sum_x \sum_y I(x, y) * T(x-s, y-t)}{\sqrt{\sum_x \sum_y [I(x, y)]^2} \sqrt{\sum_x \sum_y [T(x-s, y-t)]^2}} \quad (1)$$

[0051] 其中 $R(x, y)$ 为实时图像 (x, y) 处像素 $I(x, y)$ 与模板图像 $(x-s, y-t)$ 处像素 $T(x-s, y-t)$ 的匹配度, 扩大搜索范围以后, 解决了转台轻微晃动带来的高误警率问题。

[0052] 设匹配度高阈值为 $R_h = 80\%$, 匹配度低阈值为 $R_l = 70\%$; 如果 $R_1, R_2, \dots, R_k$ 中大于 80% 的个数大于 $k/2$, 则判定 $R_1, R_2, \dots, R_k$ 中小于 70% 的候选区域为疑似着火点, 向控制系统输出有疑似着火点的信息, 使控制系统发出转台停止转动控制命令; 转台停止转动后, 控制系统发出指令控制图像采集系统连续采集多帧图像; 确认着火点位置的装置将转台停止转动后图像采集装置采集的连续多帧图像与对应的模板图像进行相减, 判断 R、G、B 三基色相近区域的位置是否发生持续变化, 若发生持续变化则认为 R、G、B 三基色相近区域是烟雾位置, 向控制系统输出着火点位置。

[0053] 本发明不限于上述实施方式, n 和 m 的数值没有严格的限制, 一般根据图像大小以及视场大小选择, 一般 n 大于 30 小于 50, m 大于 30 小于 50。灰度动态范围阈值为 S 一般选择 $30 \sim 50$, 匹配度高阈值为 R_h 一般选择 $80 \sim 90\%$, 匹配度低阈值为 $R_l = 60 \sim 70\%$ 。转台停止转动后, 图像采集装置采集的实时图像数量没有严格的限制, 以能够判断出 R、G、B 三基色相近区域的位置是否发生持续变化且又不浪费时间为准, 一般采集连续 $50 \sim 100$ 帧图像与对应的模板图像进行相减, 确认着火点位置。

[0054] 1) 根据转台的运动方向, 将采集到的图像分为实时图半区和模板半区, 设转台从左向右运动, 则右半区为模板半区, 左半区为实时图, 当右半图景物运动到左半图时, 进行实时图与模板图的匹配, 同时将新的右半图采集为模板图;

[0055] 2) 利用边缘算子求得实时图像边缘图像, 从上到下划定没有边缘信息的天空位置, 根据横坐标的变化得到一组 y 值, y 值的个数为图像的宽度, 在某一横坐标下小于相应 y 值的部分即为森林区域。

[0056] 3) 将实时图像的森林区域分为多个独立的 $50*50$ 的小区域, 在模板图像中寻找匹配的位置。

[0057] 4) 在实时图像中找到灰度动态范围较大的 $50*50$ 的小区域作为候选区域, 比较这些候选区域在模板图像中的匹配情况, 如果有一半以上的候选区域匹配度大于高阈值而少部分候选区域匹配度小于低阈值, 则低匹配度的小区域为疑似目标位置, 向上级系统报告, 请求停下转台观察。

[0058] 5) 将实时图半区拉至图像的中心位置, 然后停下转台, 连续采集多帧图像, 利用图像相减法判断是否有 R、G、B 相近的位置有明显的灰度变化, 如果有, 则向上级系统报告确认着火点。

[0059] 本发明与传统的方法不同, 不需要进行全背景采样, 将采集到的图像分为左右两个半区, 根据转台的旋转方向, 将一个半区作为模板图像, 另一个半区作为实时图像, 这样能够实时发现火情进行烟雾监测, 而防止采集一圈背景图像以后再进行火情检测延误识别。

[0060] 首先确定森林区域,将图像进行边缘滤波处理,利用 canny 算子或 sobel 算子,然后从上到下搜索林区起始位置,得到一系列 y 坐标值,疑似着火点应在 y 坐标值以下的林区位置。

[0061] 然后,利用烟雾形态运动的特点,将半区实时采集到的视频图像与存储的半区背景图像进行比较,判断局部变化的位置。传统的方法是利用图像相减的方法,而由于存储背景图像的角度不可能无限小而且转台可能会有轻微晃动,编码器送的当前转台角度值存在一定误差,两幅图像相减后可能会产生很多非目标的噪声点,因此,图像相减寻找两幅图像间的差异具有很高的误警率,本专利的方法是:在已确定的林区位置分成很多 50*50 的小区域,然后将 50*50 的实时图像在更大的模板区域中进行搜索,扩大搜索范围,二维归一化互相关公式如下式所示:

$$[0062] \quad R(x, y) = \frac{\sum_x \sum_y I(x, y) * T(x-s, y-t)}{\sqrt{\sum_x \sum_y [I(x, y)]^2} \sqrt{\sum_x \sum_y [T(x-s, y-t)]^2}}$$

[0063] 其中 R(x, y) 为 (x, y) 处 I 与 (s, t) 处 T 的匹配度, I 为实时图像, T 为模板图像,扩大搜索范围以后,解决了转台轻微晃动带来的高误警率问题。

[0064] 由于烟雾灰度较亮,与背景树林会产生一定的灰度差异,在全部 50*50 的小区域中选择灰度动态范围较大的几个候选小区域,设动态范围阈值为 50,比较这些候选区域在模板中的匹配情况,如果其中匹配度大于高阈值的个数大于候选区域数目的一半,而其他的一些候选区域小于低阈值,则这些小于低阈值的区域为候选着火点。系统将向上级系统输出可能有疑似着火点,请求转台将实时图半区拉至视场中心并停下来观察。设高阈值为 85%,低阈值为 70%。

[0065] 转台停下来以后,连续采集多帧图像进行相减,判断是否有 R、G、B 三个分量相近的位置变化,如果持续变化则认为是烟雾位置,向上级系统输出确认着火点位置。

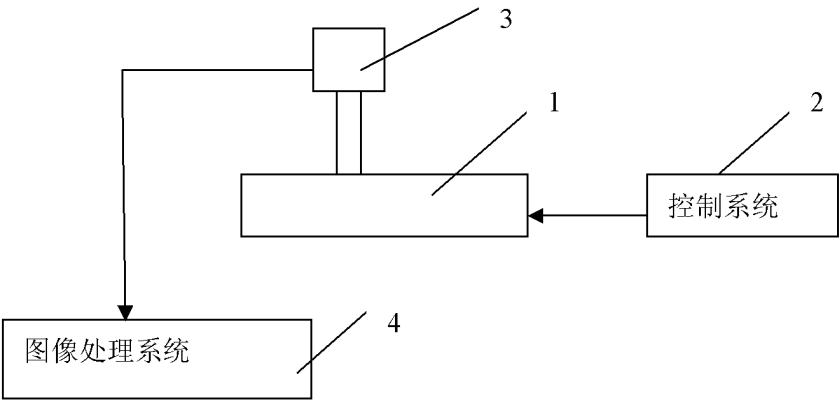


图 1

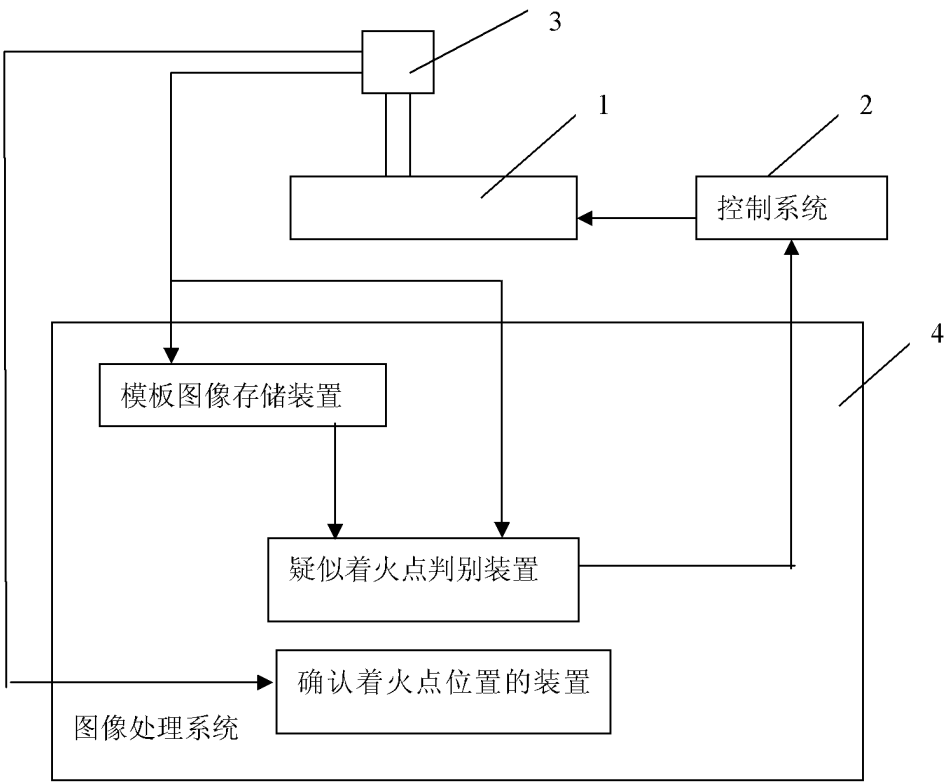


图 2

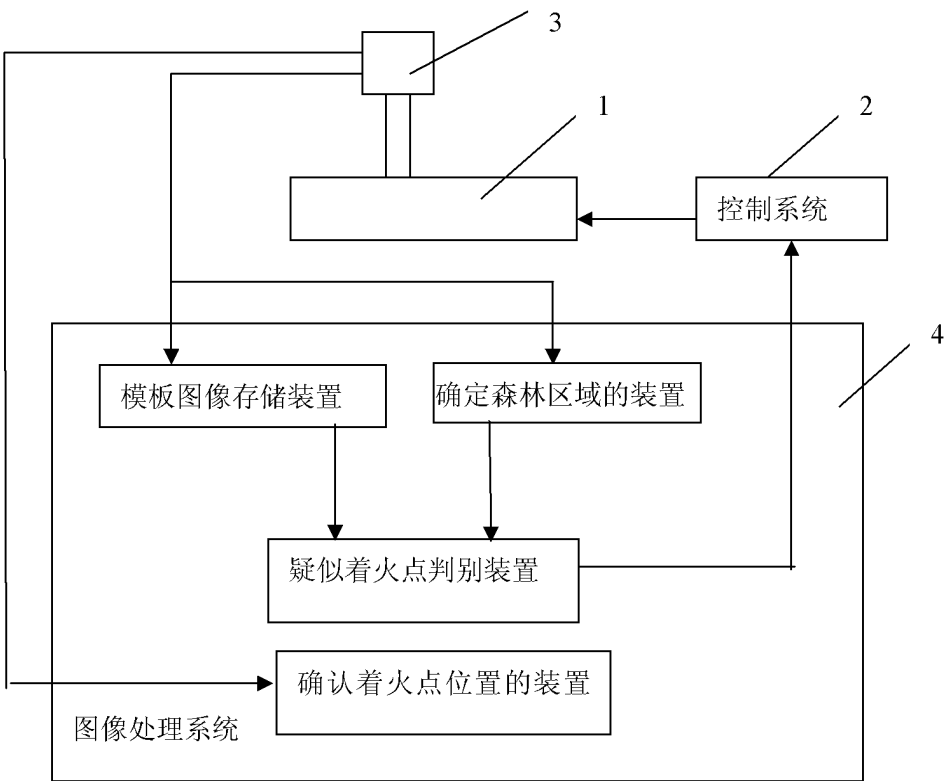


图 3

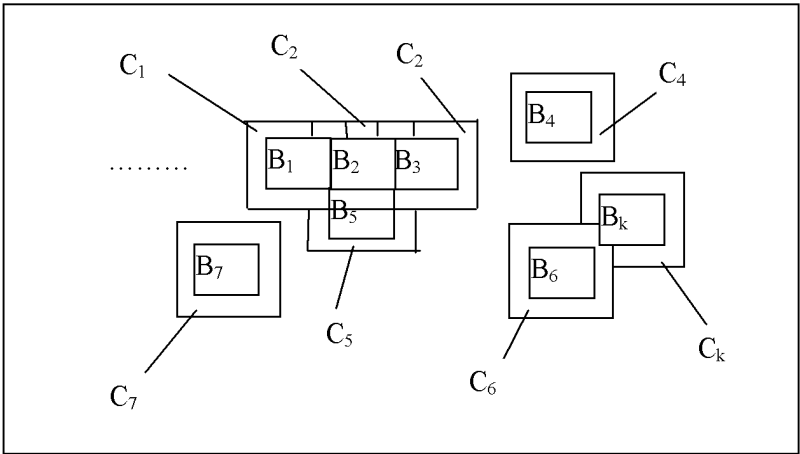


图 4a

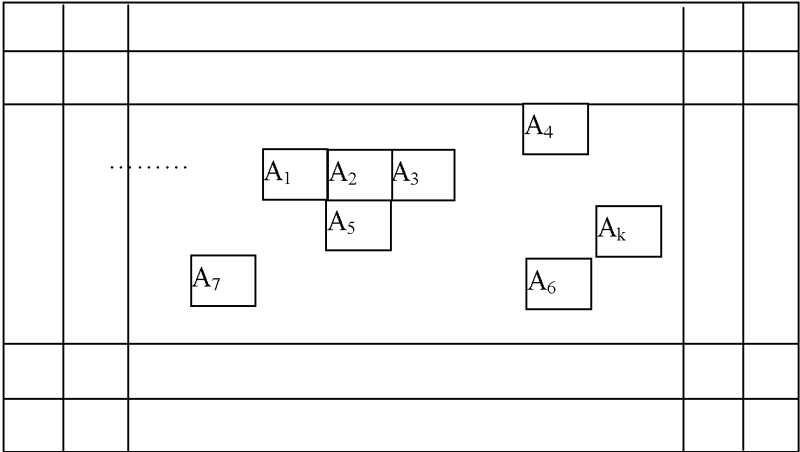


图 4b



图 5a



图 5b



图 5c



图 5d



图 5e



图 5f