



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105512667 B

(45)授权公告日 2019.01.15

(21)申请号 201410484286.5

(22)申请日 2014.09.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105512667 A

(43)申请公布日 2016.04.20

(73)专利权人 中国石油化工股份有限公司
地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22号

(72)发明人 李长伟 王志侃 郭锐 霍建竹

(74)专利代理机构 石家庄新世纪专利商标事务
所有限公司 13100

代理人 李志民

(51)Int.Cl.
G06K 9/60(2006.01)

(56)对比文件

CN 104036611 A,2014.09.10,
CN 101441712 A,2009.05.27,
US 6696958 B2,2004.02.24,
米锐.“火灾图像自动监测技术的研究与开
发”.《中文学术论文全文数据库》.2004,
王进成 等.“可见光与红外的视频火灾探测
器设计”.《单片机与嵌入式系统应用》.2014,第
14卷(第9期),

审查员 张健

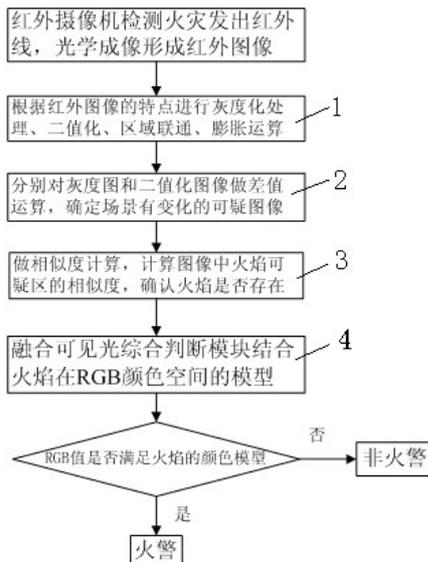
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

红外和可见光视频图像融合识别火灾的
方法

(57)摘要

本发明涉及一种红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法,通过红外图像预处理模块、判断可疑红外图像模块、确定红外图像中存在火焰模块和融合可见光综合判断模块进行识别。红外图像预处理模块对图像进行灰度化处理,区域联通,二值化和膨胀运算。判断可疑红外图像模块对灰度图和二值化图像做差值运算,确定场景有变化的可疑图像。确定红外图像中存在火焰模块对前后帧可疑图像做相似度计算,确认火焰是否存在。融合可见光综合判断模块结合火焰在RGB颜色空间的模型,判断相应可见光图像上的RGB值是否满足火焰的颜色模型,终判火情是否发生。本发明实现了红外图像和可见光图像的融合识别,避免了火灾的漏报和误报,提高了火情识别的准确性。



CN 105512667 B

1. 一种红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法, 红外摄像机检测火情时发出红外线, 通过光学成像体系形成红外图像, 其特征是: 利用计算机建立红外图像预处理模块(1)、判断可疑红外图像模块(2)、确定红外图像中存在火焰模块(3)和融合可见光综合判断模块(4)进行识别; 所述红外图像预处理模块根据红外图像的特征及目标的特点进行灰度化处理、区域联通、二值化和膨胀运算; 所述判断可疑红外图像模块利用红外图像进行火焰的识别, 分别对灰度图和二值化图像做差值运算, 确定场景有变化的可疑图像; 所述确定红外图像中存在火焰模块对前后帧可疑图像做相似度计算, 计算两帧图像中火焰可疑区的相似度, 确认火焰是否存在; 所述融合可见光综合判断模块结合火焰在RGB颜色空间的模型, 在红外图像火焰出现后, 判断相应可见光图像上的RGB值是否满足火焰的颜色模型, 如果可见光图像上的RGB值满足火焰的颜色模型, 终判火情发生; 所述差值运算包括两组图像差值; 一组是前后两帧红外图像灰度图做差值, 一组是红外图像二值化后的两帧图像做差值, 差值运算的过程为:

(1) 第*i*和第*i+k*帧灰度图做差值:

$$G_r(i, i+k, x, y) = \begin{cases} 1 & \text{abs}(G(i, x, y) - G(i+k, x, y)) \geq T_r \\ 0 & \text{abs}(G(i, x, y) - G(i+k, x, y)) < T_r \end{cases}$$

式中:

T_r 为差值图像二值化阈值; T_r 的范围为0~255, 根据实际需要确定一个合理值;

$G(i, x, y)$ 为第*i*帧红外图像的灰度图;

$G(i+k, x, y)$ 为第*i+k*帧红外图像的灰度图;

$G(i, i+k, x, y)$ 为结果图像, 其像素值为1的区域表示 $G(i, x, y)$ 和 $G(i+k, x, y)$ 两帧图像有较大差异, 该区域有较强亮光或红外辐射出现;

(2) 第*i*和第*i+k*帧二值化图像做差值, 即异或运算:

$$P_r(i, i+k, x, y) = P(i, x, y) \wedge P(i+k, x, y)$$

式中:

$P(i, x, y)$ 为第*i*帧红外图像的二值图;

$P(i+k, x, y)$ 为第*i+k*帧红外图像的二值图;

$P(i, i+k, x, y)$ 为差值结果图像, 其像素值为1的区域表示 $P(i, x, y)$ 和 $P(i+k, x, y)$ 两帧图像有较大差异; 此图像的二值化使用直方图分割方法;

(3) 对以上(1)和(2)的结果图像 $G(i, i+k, x, y)$ 和 $P(i, i+k, x, y)$ 做与运算, 得到结果图像 $R(i, i+k, x, y)$,

$$R(i, i+k, x, y) = G_r(i, i+k, x, y) \cap P_r(i, i+k, x, y)$$

$R(i, i+k, x, y)$ 中像素值为1的区域表示*i*和*i+k*帧红外图像明显差异, 然后统计差异区域的大小, 进行以下计算:

$$\text{Sum}_{(i, i+k)} = \sum R(i, i+k, x, y)$$

$\text{Sum}_{(i, i+k)}$ 表示 $R(i, i+k, x, y)$ 中像素值是1的像素个数; 如果第*i*和*i+k*帧图像的场景差别较大, 那么 $\text{Sum}_{(i, i+k)}$ 的值较大, 当大于门限值 Sum_T 时, 可以怀疑场景内有火焰出现, 即:

$\text{Sum}_{(i, i+k)} \geq \text{Sum}_T$, 则第*i*帧红外图像 $G(i, x, y)$ 为可疑图像; 而 $R(i, i+k, x, y)$ 中值为1的像素点区域即为可疑火焰区域;

若 $\text{Sum}_{(i, i+k)} < \text{Sum}_T$ 则 $G(i, x, y)$ 为正常图像, 此时将基准图像调整为 $G(i+k, x, y)$, 重新进

行判断。

2. 根据权利要求1所述的红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法,其特征是:所述前后帧可疑图像相似度计算:

对第i帧 $R(i, i+k, x, y)$ 和第I帧 $R(I, I+k, x, y)$ 做开运算,去除图像内零散、面积较小的可疑区域,连通图像面积较大的可能火焰区域,两幅图像的可疑区域做相似度计算,根据相似度判别是否火焰出现;

相似度计算为:

$$\varepsilon = \frac{R(i, i+k, x, y) \cap R(I, I+k, x, y)}{\text{Sum}_{(i,i+k)}}$$

式中:

ε 为i帧 $R(i, i+k, x, y)$ 和I帧 $R(I, I+k, x, y)$ 的相似度;

相似度判断:

如果: $\varepsilon > E_0$ 表示前后帧图像i帧和I帧可疑火焰区域高度匹配,认为可疑火焰为固定红外光源;

如果: $E_1 < \varepsilon < E_0$ 表示i帧和I 帧可疑火焰区域匹配度较高,认为火焰出现;

如果: $\varepsilon < E_1$ 表示i帧和I帧可疑火焰区域匹配度低,认为移动光源出现;

其中:

E_0 、 E_1 分别为判断相似度的上下门限。

3. 根据权利要求1所述的红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法,其特征是:所述融合可见光综合判断的方法为由第三模块得到的有火焰的红外图像帧找到此帧图像对应的可见光图像帧 $F(i, x, y)$,判断 $F(i, x, y)$ 中对应红外图像火焰区域的像素R、G、B值是否满足火焰空间颜色模型,如果满足则认为模块三确定的可疑图像的确发生了火情,否则没有出现火情。

红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法

技术领域

[0001] 本发明属于生产安全监测技术领域,涉及一种红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法。

背景技术

[0002] 目前预防火灾发生有多种技术和手段,应用比较广泛的有烟雾报警器、紫外火焰探测器等。烟雾报警器适合室内烟雾的监测和预警,但不适合视频监控和户外使用。紫外火焰探测器探测波长200~300nm以下的高温火灾,用于检测热油快速燃烧引起的火焰,对瞬时强光发出时监测火焰非常有效,适合爆炸性火灾的监测和预警,但是紫外火焰探测器监测场景角度窄,在强太阳光下误报率较高。因此两种火灾探测仪器自都有局限性。采用红外技术进行火灾探测近几年探索较多,但市场应用尚不成熟,识别方法局限在实验室内或者近距离火焰的探测识别。

[0003] 目前尚未有红外图像融合可见光图像进行火灾识别的算法,多数利用红外图像识别火焰后,在可见光图像上显示出着火点的位置,提供给使用者清晰的现场视频。专利和非专利文献公布其红外图像识别火灾是在实验室中实现的,从识别图片看,火焰在图片中占至少30%的面积,这样的算法对于室外、复杂背景或者远距离的小火点等识别率很低。

[0004] 火灾监测如果只是用可见光图像进行识别,算法设计复杂、识别耗时长,且判断结果容易受外界光线和背景的影响,如局部出现强烈阳光可能就会引起误报,而且小火焰在强烈阳光下也不易被识别,容易出现漏报。若只采用红外图像进行识别,同样存在因为信息单一引起的误报,如灯光容易被误判成火焰点。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法,避免火灾的漏报和误报。

[0006] 本发明的技术方案是:红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法,红外摄像机检测火情时发出红外线,通过光学成像体系形成红外图像。利用计算机建立红外图像预处理模块、判断可疑红外图像模块、确定红外图像中存在火焰模块和融合可见光综合判断模块进行识别。红外图像预处理模块根据红外图像的特征及目标的特点进行灰度化处理、区域联通、二值化和膨胀运算。判断可疑红外图像模块利用红外图像进行火焰的识别,分别对灰度图和二值化图像做差值运算,确定场景有变化的可疑图像。确定红外图像中存在火焰模块对前后帧可疑图像做相似度计算,计算两帧图像中火焰可疑区的相似度,确认火焰是否存在。融合可见光综合判断模块结合火焰在RGB颜色空间的模型,在红外图像火焰出现后,判断相应可见光图像上的RGB值是否满足火焰的颜色模型,如果可见光图像上的RGB值满足火焰的颜色模型,终判火情发生。

[0007] 差值运算包括两组图像差值。一组是前后两帧红外图像灰度图做差值,一组是红外图像二值化后的两帧图像做差值,差值运算的过程为:

[0008] (1)第i和第i+k帧灰度图做差值:

$$[0009] \quad G_r(i, i+k, x, y) = \begin{cases} 1 & \text{abs}(G(i, x, y) - G(i+k, x, y)) \geq T_r \\ 0 & \text{abs}(G(i, x, y) - G(i+k, x, y)) < T_r \end{cases}$$

[0010] 式中:

[0011] T_r 为差值图像二值化阈值; T_r 的范围为0~255,根据实际需要确定一个合理值;

[0012] $G(i, x, y)$ 为第i帧红外图像的灰度图;

[0013] $G(i+k, x, y)$ 为第i+k帧红外图像的灰度图;

[0014] $G(i, i+k, x, y)$ 为结果图像,其像素值为1的区域表示 $G(i, x, y)$ 和 $G(i+k, x, y)$ 两帧图像有较大差异,该区域有较强亮光或红外辐射出现。

[0015] (2)第i和第i+k帧二值化图像做差值,即异或运算:

$$[0016] \quad P_r(i, i+k, x, y) = P(i, x, y) \wedge P(i+k, x, y)$$

[0017] 式中:

[0018] $P(i, x, y)$ 为第i帧红外图像的二值图;

[0019] $P(i+k, x, y)$ 为第i+k帧红外图像的二值图;

[0020] $P(i, i+k, x, y)$ 为差值结果图像,其像素值为1的区域表示 $P(i, x, y)$ 和 $P(i+k, x, y)$ 两帧图像有较大差异;此图像的二值化使用直方图分割方法;

[0021] (3)对以上(1)和(2)的结果图像 $G(i, i+k, x, y)$ 和 $P(i, i+k, x, y)$ 做与运算,得到结果图像 $R(i, i+k, x, y)$,

$$[0022] \quad R(i, i+k, x, y) = G_r(i, i+k, x, y) \cap P_r(i, i+k, x, y)$$

[0023] $R(i, i+k, x, y)$ 中像素值为1的区域表示i和i+k帧红外图像明显差异,然后统计差异区域的大小,进行以下计算:

$$[0024] \quad \text{Sum}_{(i, i+k)} = \sum R(i, i+k, x, y)$$

[0025] $\text{Sum}_{(i, i+k)}$ 表示 $R(i, i+k, x, y)$ 中像素值是1的像素个数;如果第i和i+k帧图像的场景差别较大,那么 $\text{Sum}_{(i, i+k)}$ 的值较大,当大于门限值 Sum_T 时,可以怀疑场景内有火焰出现,即:

[0026] $\text{Sum}_{(i, i+k)} \geq \text{Sum}_T$,则第i帧红外图像 $G(i, x, y)$ 为可疑图像;而 $R(i, i+k, x, y)$ 中值为1的像素点区域即为可疑火焰区域;

[0027] 若 $\text{Sum}_{(i, i+k)} < \text{Sum}_T$ 则 $G(i, x, y)$ 为正常图像,此时将基准图像调整为 $G(i+k, x, y)$,重新进行判断。

[0028] 前后帧可疑图像相似度计算为:

[0029] 如果第i帧红外图像 $G(i, x, y)$ 可疑,那么继续用以上(1)(2)(3)的步骤判断后续帧 $G(i+l, x, y)$ 是否也可疑。如果不可疑,放弃以前的结果,将基准图像调整为后续图像,从步骤(1)重新开始判断。如果可疑,前后帧可疑图像相似度计算:对第i帧 $R(i, i+k, x, y)$ 和第I帧 $R(I, I+k, x, y)$ 做开运算,去除图像内零散、面积较小的可疑区域,连通图像面积较大的可能火焰区域,两幅图像的可疑区域做相似度计算,根据相似度判别是否火焰出现;

[0030] 相似度计算为:

$$[0031] \quad \varepsilon = \frac{R(i, i+k, x, y) \cap R(I, I+k, x, y)}{\text{Sum}_{(i, i+k)}}$$

[0032] 式中：

[0033] ε 为i帧 $R(i, i+k, x, y)$ 和I帧 $R(I, I+k, x, y)$ 的相似度；

[0034] 相似度判断：

[0035] 如果：

[0036] $\varepsilon > E_0$ 表示前后帧图像i和I可疑火焰区域高度匹配，认为可疑火焰为固定红外光源；

[0037] 如果： $E_1 < \varepsilon < E_0$ 表示i帧和k帧可疑火焰区域匹配度较高，认为火焰出现；

[0038] 如果：

[0039] $\varepsilon < E_1$ 表示i帧和I帧可疑火焰区域匹配度低，认为移动光源出现；

[0040] 其中：

[0041] E_0 、 E_1 分别为判断相似度的上下门限。

[0042] 融合可见光综合判断的方法为由第三模块得到的有火焰的红外图像帧找到此帧图像对应的可见光图像帧 $F(i, x, y)$ ，判断 $F(i, x, y)$ 中对应红外图像火焰区域的像素R、G、B值是否满足火焰空间颜色模型，如果满足则认为模块三确定的可疑图像的确发生了火情，否则没有出现火情。火焰空间颜色模型为： RG 和 $\geq G > B$ ，其中：R为红色，G为绿色，B为蓝色。

[0043] 本发明红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法通过红外图像预处理模块、判断可疑红外图像模块、确定红外图像中存在火焰模块和融合可见光综合判断模块相结合，红外图像和可见光图像融合识别火灾的方利用红外图像去除大部分场景影响，初步判断出火焰是否存在，然后融合可见光图像最终综合判断火灾是否发生，实现了红外图像和可见光图像的融合识别，避免了使用某一种图像所导致的漏报和误报。采用红外摄像机和普通监控摄像机相结合的方式实时监测火灾，能监控室内和近距离火灾，也适用于户外、较远距离等情况，不受光线、天气变化、环境亮度变化等因素影响影响，运行行速度快，可在火灾发生早期及时准确的预警。本发明利用红外成像的特点，选用合适的红外镜片组合，拍摄的红外图像上只有很少的背景信息，更多的保留了有效信息，先采用红外图像初步判断出起火视频图像后，再根据火焰颜色模型，利用可见光图像进一步确认火灾发生的图像，提高了识别的准确性。

附图说明

[0044] 图1为本法本发明红外和可见光视频图像融合识别火灾的流程示意图；

[0045] 图2为第一组两帧红外图像 $G(1, x, y)$ 和 $G(2, x, y)$ ；

[0046] 图3为第一组二值化后红外图像 $R(1, x, y)$ 和 $R(2, x, y)$ ；

[0047] 图4为第一组二值化图像差值运算的 $Pr(1, 2, x, y)$ 结果图像；

[0048] 图5为第一组红外图像直接差值运算的 $Gr(1, 2, x, y)$ 结果图像；

[0049] 图6为第二组两帧红外图像 $G(100, x, y)$ 和 $G(102, x, y)$ ；

[0050] 图7为第二组二值化后红外图像 $R(100, x, y)$ 和 $R(102, x, y)$ ；

[0051] 图8为第二组二值化图像差值运算的 $Pr(100, 102, x, y)$ 结果图像；

[0052] 图9为第二组红外图像直接差值运算的 $G_r(100,102,x,y)$ 结果图像。

[0053] 其中：

[0054] 1—红外图像预处理模块、2—判断可疑红外图像模块、3—确定红外图像中存在火焰模块、4—融合可见光综合判断模块。

具体实施方式

[0055] 下面结合实施例和附图对本发明进行详细说明。本发明保护范围不限于实施例，本领域技术人员在权利要求限定的范围内做出任何改动也属于本发明保护的范畴。

[0056] 本发明红外和可见光视频图像融合识别火灾的方法，通过与计算机相连接的红外图像预处理模块1、判断可疑红外图像模块2、确定红外图像中存在火焰模块3和融合可见光综合判断模块4进行识别。如图1所示，①利用红外摄像机检测火情时发出红外线，光学成像形成红外图像。②红外图像预处理模块根据红外图像的特征及目标的特点进行灰度化处理、二值化、区域联通。③判断可疑红外图像模块利用红外图像进行火焰的识别，分别对灰度图和二值化图像做差值运算，确定场景有变化的可疑图像。④确定红外图像中存在火焰模块对前后帧可疑图像做相似度计算，计算两帧图像中火焰可疑区的相似度，确认火焰是否存在。⑤融合可见光综合判断模块结合火焰在RGB颜色空间的模型，在红外图像确定火焰出现后，判断相应可见光图像上的RGB值是否满足火焰的颜色模型，如果可见光图像上的RGB值满足火焰的颜色模型，终判火情发生。

[0057] 差值运算包括两组图像差值，一组是前后两帧红外图像灰度图做差值，一组是红外图像二值化后的两帧图像做差值，差值运算的过程为：

[0058] (1)第i和第i+k帧灰度图做差值：

$$[0059] \quad G_r(i, i+k, x, y) = \begin{cases} 1 & \text{abs}(G(i, x, y) - G(i+k, x, y)) \geq T_r \\ 0 & \text{abs}(G(i, x, y) - G(i+k, x, y)) < T_r \end{cases}$$

[0060] 像素值为1的区域表示两帧图像有较大差异，该区域有较强亮光或红外辐射出现。

[0061] (2)第i和第i+k帧二值化图像做差值，即异或运算：

$$[0062] \quad P_r(i, i+k, x, y) = P(i, x, y) \oplus P(i+k, x, y)$$

[0063] 像素值为1的区域表示两帧图像有较大差异。

[0064] (3)对两组差值图像做与运算，得到结果图像 $R(i, i+k, x, y)$

$$[0065] \quad R(i, i+k, x, y) = G_r(i, i+k, x, y) \cap P_r(i, i+k, x, y)$$

[0066] $R(i, i+k, x, y)$ 中像素值为1的区域表示i和i+k帧图像有明显差异，进行以下计算：

$$[0067] \quad \text{Sun}_{(i, i+k)} = \sum R(i, i+k, x, y)$$

[0068] $\text{Sun}_{(i, i+k)}$ 表示 $R(i, i+k, x, y)$ 中像素值是1的像素个数。如果第i和i+k帧图像的场景差别较大，那么 $\text{Sun}_{(i, i+k)}$ 的值较大，当大于门限值 Sum_T 时，可以怀疑场景内有火焰出现，即：

[0069] 若： $\text{Sun}_{(i, i+k)} \geq \text{Sum}_T$ 则第i真红外图像 $G(i, x, y)$ 为可疑图像。而 $R(i, i+k, x, y)$ 中值为1的像素点区域即为可疑火焰区域。

[0070] 若： $\text{Sun}_{(i, i+k)} < \text{Sum}_T$ 则 $G(i, x, y)$ 为正常图像，此时也将基准图像调整为 $G(i+k, x, y)$ ，重新判断。

[0071] (4) 前后帧可疑图像相似度计算包括:对第*i*帧 $R(i, i+k, x, y)$ 和第*I*帧 $R(I, I+k, x, y)$ 做开运算,去除图像内零散、面积较小的可疑区域,连通图像面积较大的可能火焰区域,两幅图像的可疑区域做相似度计算,根据相似度判别是否火焰出现。

[0072] ①相似度计算为:

$$[0073] \quad \varepsilon = \frac{R(i, i+k, x, y) \cap R(I, I+k, x, y)}{\text{Sum}_{(i, i+k)}}$$

[0074] 式中:

[0075] ε 为*i*帧 $R(i, i+k, x, y)$ 和*I*帧 $R(I, I+k, x, y)$ 的相似度;

[0076] 相似度判断:

[0077] 如果:

[0078] $\varepsilon > E_0$ 表示前后帧图像*i*和*I*可疑火焰区域高度匹配,认为可疑火焰为固定红外光源;

[0079] 如果: $E_1 < \varepsilon < E_0$ 表示*i*帧和*k*帧可疑火焰区域匹配度较高,认为火焰出现;

[0080] 如果: $\varepsilon < E_1$ 表示*i*帧和*I*帧可疑火焰区域匹配度低,认为移动光源出现;

[0081] 其中:

[0082] E_0 、 E_1 分别为判断相似度的上下门限。

[0083] 融合可见光综合判断的方法为由确定红外图像中存在火焰模块3得到的有火焰的红外图像帧,找到此帧图像对应的可见光图像帧 $F(i, x, y)$,判断 $F(i, x, y)$ 中对应红外图像火焰区域像素R、G、B值是否满足火焰空间颜色模型,如果满足则认为由确定红外图像中存在火焰模块确定的可疑图像的确发生了火情,否则没有出现火情。

[0084] 火焰空间颜色模型为:RG和 $\geq G > B$,其中:R为红色,G为绿色,B为蓝色。

实施例

[0085] (一)第一组实验图像

[0086] (1)利用红外摄像机检测火情时发出红外线,光学成像形成红外图像,如图2所示,两帧红外图像 $G(1, x, y)$ 和 $G(2, x, y)$ 。

[0087] (2)据红外图像的特征及目标的特点进行灰度化处理、二值化处理,如图3所示,二值化处理后红外图像 $R(1, x, y)$ 和 $R(2, x, y)$ 。

[0088] (3)分别对灰度图和二值化图像做差值运算,确定场景有变化的可疑图像。将二值化图像 $R(1, x, y)$ 、 $R(2, x, y)$ 做差值运算,得到结果图像 $Pr(1, 2, x, y)$ 如图4所示;红外图像 $G(1, x, y)$ 和 $G(2, x, y)$ 直接差值运算,得到的结果图像 $Gr(1, 2, x, y)$,如图5所示。

[0089] (4)对 $Pr(1, 2, x, y)$ 和 $Gr(1, 2, x, y)$ 做与运算,然统计白色区域的像素数,得:

[0090] $\text{Sum}_{(1,2)}=1339$ 。

[0091] 这里设定门限值: $\text{Sun}_T = 100$ 。

[0092] 由于 $\text{Sum}_{(1,2)} > \text{Sun}_T$,因此认为红外图像 $G(1, x, y)$ 可疑。

[0093] (二)第二组实验图像

[0094] (1)利用红外摄像机检测火情时发出红外线,光学成像形成红外图像,如图2所示,两帧红外图像 $G(100, x, y)$ 和 $G(102, x, y)$ 。

[0095] (2)据红外图像的特征及目标的特点进行灰度化处理、二值化处理,如图3所示,二值化处理后红外图像 $R(100, x, y)$ 和 $R(102, x, y)$ 。

[0096] (3)分别对灰度图和二值化图像做差值运算,确定场景有变化的可疑图像。将二值化图像 $R(100, x, y)$ 、 $R(102, x, y)$ 做差值运算,得到结果图像 $Pr(100, 102, x, y)$ 如图4所示;红外图像 $G(1, x, y)$ 和 $G(2, x, y)$ 直接差值运算,得到的结果图像 $Gr(100, 102, x, y)$,如图5所示。

[0097] (4)对 $Pr(100, 102, x, y)$ 和 $Pr(100, 102, x, y)$ 做与运算,然统计白色区域的像素数,得:

[0098] $Sum_{(100,102)}=1339$;

[0099] 这里设定门限值: $S_{unT} = 100$;

[0100] 由于 $Sum_{(100,102)} > S_{unT}$,因此认为红外图像 $G(100, x, y)$ 可疑。

[0101] (三)综合判断

[0102] 经过以上计算得出,3秒钟内的两帧红外图像 $G(1, x, y)$ 、 $G(100, x, y)$ 都可疑,则推断出红外图像 $G(1, x, y)$ 确有火灾发生。 $G(1, x, y)$ 对应的可见光图像是 $Kj(1, x, y)$,验证 $Kj(1, x, y)$ 图中对应红外图像火焰区域像素R、G、B值是否满足火焰空间颜色模型。如果满足则认为由确定红外图像中存在火焰模块确定的可疑图像的确发生了火情,否则没有出现火情。

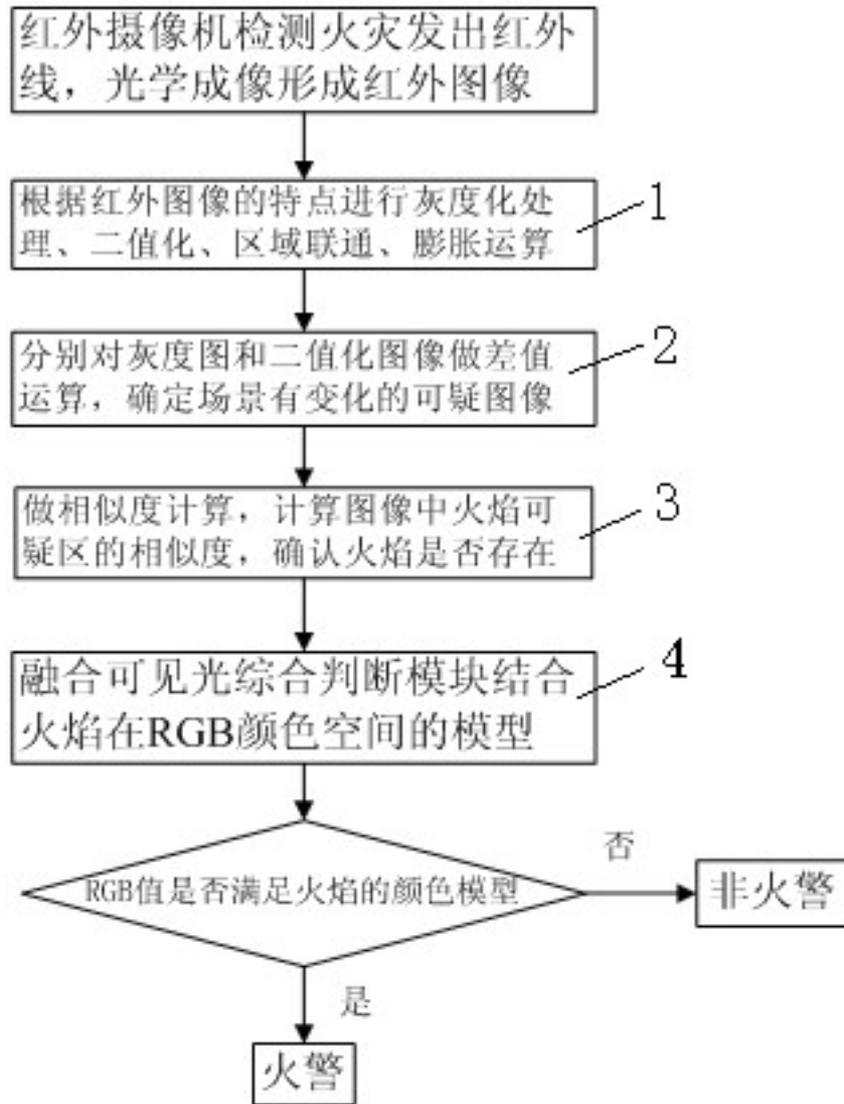


图1

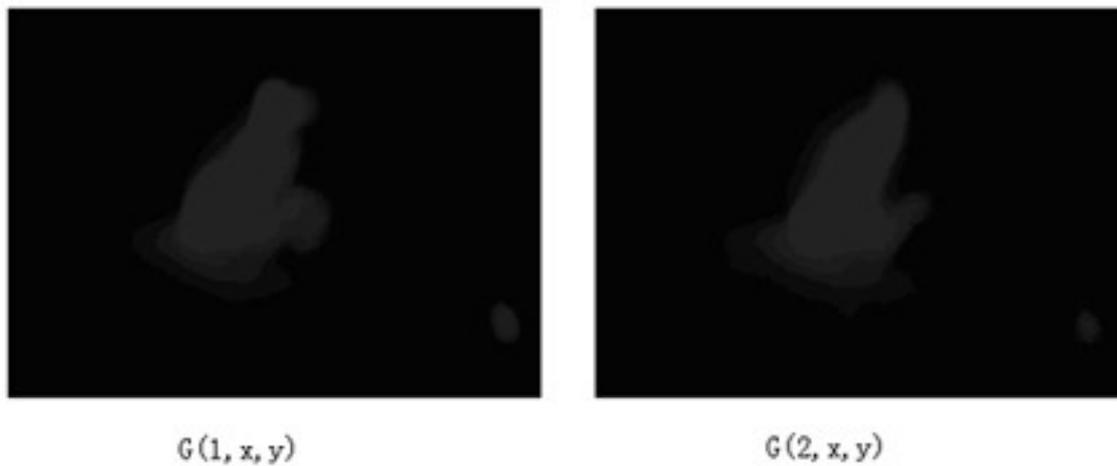


图2

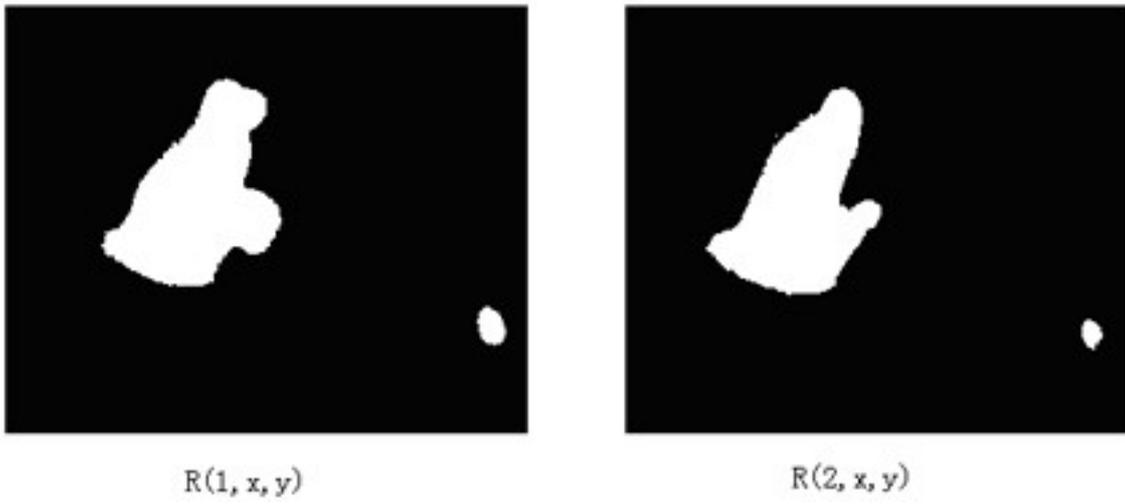


图3



图4



$G_r(1, 2, x, y)$

图5



$G(100, x, y)$



$G(102, x, y)$

图6

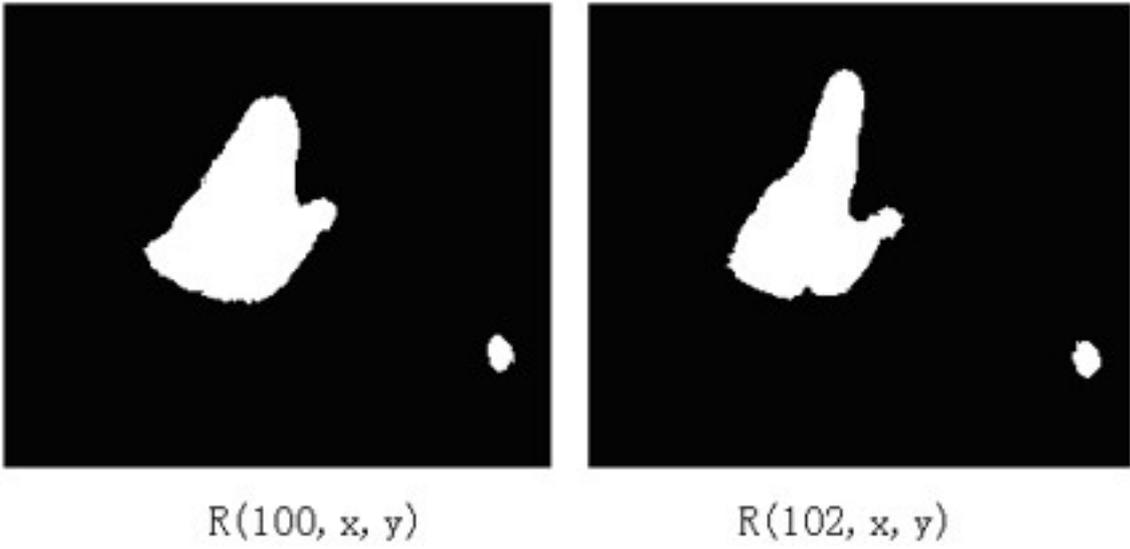


图7

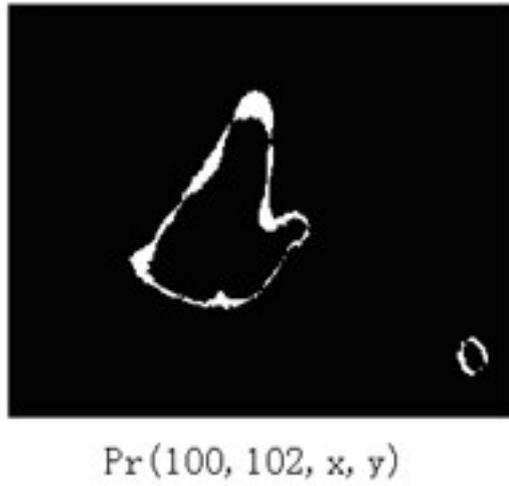


图8



Gr(100, 102, x, y)

图9