[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410063587.7

[51] Int. Cl.
G01N 33/00 (2006.01)
G08B 17/12 (2006.01)
G08B 13/194 (2006.01)
G08B 13/196 (2006.01)

[45] 授权公告日 2010 年 3 月 24 日

[11] 授权公告号 CN 100595583C

[22] 申请日 2004.7.12
[21] 申请号 200410063587.7
[30] 优先权
[32] 2003.7.11 [33] EP [31] 03015846.3
[73] 专利权人 西门子公司
地址 德国慕尼黑
[72] 发明人 G·马巴赫
[56] 参考文献
CN1092825C 2002.10.16
WO02093525A 2002.11.21
CN1099660C 2003.1.22
JP10126765A 1998.5.15
CN1044524C 1999.8.4
审查员 郑 瑜

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 吴立明 张志醒

权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称

检测火焰的方法和设备

[57] 摘要

一种通过分析被监控区域内的辐射的参数实现火焰检测的方法和设备。产生被监控区域的视频图像且在图像中寻找较高发光强度和局部闪烁移动的区域，其中定位该区域并且接下来关于火焰的存在分析相关的图像部分。寻找最亮像素的坐标，然后定义包含最亮像素并且与最初图像相比减小的感兴趣的图像范围，并且关于火焰的出现分析该图像范围。借助累加矩阵 $[A_{ij}(t)]$ 寻找较高光亮度和局部闪烁移动的区域，根据 $A_{ij}(t) = \alpha A_{ij}(t-1) + (1-\alpha)Q_{ij}(t)$ 从连续亮度图像 $[X_{ij}(t)]$ 的差异图像 $[Q_{ij}(t)]$ 中获得该累加矩阵，其中所述差异图像是在用加权因数 $W_{ij}(t)$ 进行加权后得到的，常量 α 在 0 和 1 之间并表明差异图像以怎样的强度流入累加矩阵 $[A_{ij}(t)]$。

1. 在下面称为监控室的被监控区域内通过分析在监控室内出现的辐射的至少一个参数进行检测火焰的方法，其中产生监控室的视频图像并且在该视频图像中寻找较高光亮度和局部闪烁移动的区域，其中在第一步骤中定位该区域并且接下来为寻找火焰的存在分析处理相关的图像部分，其特征在于，借助于累加矩阵[$A_{ij}(t)$]寻找较高光亮度和局部闪烁移动的区域，根据 $A_{ij}(t)=\alpha A_{ij}(t-1)+(1-\alpha)Q_{ij}(t)$ 从连续亮度图像[$X_{ij}(t)$]的差异图像[$Q_{ij}(t)$]中获得该累加矩阵，其中所述差异图像是根据 $Q_{ij}(t)=|X_{ij}(t)-X_{ij}(t-1)|\ w_{ij}(t)$ 在用加权因数 $W_{ij}(t)$ 进行加权后得到的，常量 α 在 0 和 1 之间并表明差异图像以怎样的强度流入累加矩阵[$A_{ij}(t)$]。

2. 按照权利要求 1 的方法，其特征在于，产生具有确定频率的视频图像并且从中获得亮度图像[$X_{ij}(t)$]。

3. 按照权利要求 2 的方法，其特征在于，在形成差异图像和从而形成累加矩阵[$X_{ij}(t)$]时从中滤除所有具有处于预先规定阈值以下亮度的像素和从而所有移动的暗目标。

4. 按照权利要求 3 的方法，其特征在于，借助于累加矩阵[$X_{ij}(t)$]寻找最亮像素的坐标。

5. 按照权利要求 4 的方法，其特征在于，定义包含最亮像素并且与最初图像相比减小的、感兴趣的图像范围[ROI]，并且为寻找火焰的存在分析该图像范围。

6. 按照权利要求 5 的方法，其特征在于，感兴趣的图像范围[ROI]的大小最高为原来图像大小的五十分之一。

7. 按照权利要求 6 的方法，其特征在于，在感兴趣的图像范围[ROI]内确定这些图像信息，亮度[$L(t)$]、色度[$C(t)$]、在确定亮度阈值之上的有效像素的数目[$R(t)$]和饱和度[$S(t)$]。

8. 按照权利要求 7 的方法，其特征在于，关于确定的时间并因此关于多个图像积分上述图像信息，并且确定其平均值，在积分时作为附加参数确定频率[F]的平均值和幅度[M]的平均值，对于这些平均值的每个平均值都计算存在火焰的概率。

9. 按照权利要求 8 的方法，其特征在于，从平均值的概率中计算在减小的图像范围[ROI]内存在火焰的总概率，关于多个图像积分这

个总概率，在超过阈值的情况下通过积分值触发报警。

10. 在下面称为监控室的被监控区域内通过分析在监控室内出现的辐射的至少一个参数进行检测火焰的设备，其具有一个摄像机[1]，其具有用于由摄像机[1]提供的图像的分析处理级[2]，其中分析处理级[2]具有处理器，其具有用于在摄像机[1]的图像中定位较高光亮度和局部闪烁移动的范围和接下来为寻找火焰的存在分析相应图像部分的算法，该算法包含一个在下面称为预处理[4]的过程，在该过程中确定一个累加矩阵[$A_{ij}(t)$]用于寻找较高光强度和局部闪烁移动的区域，根据 $A_{ij}(t)=\alpha A_{ij}(t-1)+(1-\alpha)Q_{ij}(t)$ 从连续亮度图像[$X_{ij}(t)$]的差异图像[$Q_{ij}(t)$]中获得该累加矩阵，其中所述差异图像是根据 $Q_{ij}(t)=|X_{ij}(t)-X_{ij}(t-1)|\ w_{ij}(t)$ 在用加权因数 $W_{ij}(t)$ 进行加权后得到的，常量 α 在 0 和 1 之间并表明差异图像以怎样的强度流入累加矩阵[$A_{ij}(t)$]。

11. 按照权利要求 10 的设备，其特征在于，该算法包含一个在下面称为图像获取[3]的过程，在该过程中从以确定频率产生的视频图像中获得亮度图像[$X_{ij}(t)$]。

12. 按照权利要求 11 的设备，其特征在于，在预处理[4]中借助于累加矩阵[$A_{ij}(t)$]确定最亮像素的坐标并确定一个包含最亮像素、与最初图像相比减小的、感兴趣的图像范围[ROI]。

13. 按照权利要求 12 的设备，其特征在于，该算法包含一个下面称为分析[5]的过程用于分析感兴趣的图像范围[ROI]，在该分析中确定这些图像信息，亮度[$L(t)$]、色度[$C(t)$]、在确定亮度阈值以上的有效像素的数目[$R(t)$]和饱和度[$S(t)$]。

14. 按照权利要求 13 的设备，其特征在于，该算法包含一个下面称为提取[6]的过程，在该过程中关于确定的时间并因此关于多个图像积分上述图像信息，并且确定这些图像信息的平均值，在积分时作为附加参数确定频率[F]的平均值和幅度[M]的平均值，并且对于这些平均值的每一个平均值计算存在火焰的概率。

15. 按照权利要求 14 的设备，其特征在于，该算法包含一个模式识别[7]的过程和一个判定[8]的过程，在这些过程中从平均值的概率中计算在减小的图像范围[ROI]内存在火焰的总概率，关于多个图像积分这个总概率，在超过阈值的情况下通过积分值触发报警。

检测火焰的方法和设备

技术领域

本发明涉及在一个下面称为监控室的被监控区域内通过分析在监控室内出现的辐射的至少一个参数进行检测火焰的方法和设备。

背景技术

比如在美国专利 Nr.4 866 420 和 Nr.4 280 058 中描述的目前已知设备包含至少一个传感器，该传感器分析处理辐射的闪烁频谱，其中处于确定的频带之外的信号评定为干扰信号。也就是把火焰在非常低的频率振荡范围内的典型闪烁用作区分火焰发出的辐射和干扰辐射的特征。在最简单的情况下通过连接在传感器前面的滤波器或通过连接在传感器后面的、选频放大器确定频带，其中在这两种情况中得到例如 5 至 25Hz 的确定的通带范围。

已知的火焰报警器绝对是可靠的，可是其在火警报警装置中是一个可观的费用因素。对此撇开不计，在频带最佳调谐到火焰闪烁的情况下也可能没有排除干扰和错误指示，因为始终还出现，在通带范围内存在环境辐射的随机强度变化。例如可能由于颤动或缓慢移动的物体的遮蔽或反射、由于水面阳光的反射或由于闪烁或波动的光源引起如此的强度变化。

发明内容

通过本发明要给出一种检测火焰的方法，该方法的特征是在很低费用的情况下有很高的抗干扰性。

根据本发明由此解决该任务，即产生监控室的视频图像并且在该视频图像中寻找较高光亮度和局部闪烁移动的区域，其中在第一步骤中定位该区域，接下来分析相关图像部分寻找火焰的存在。

根据本发明的在下面称为监控室的被监控区域内通过分析在监控室内出现的辐射的至少一个参数进行检测火焰的方法，其中产生监控室的视频图像并且在该视频图像中寻找较高光亮度和局部闪烁移动的区域，其中在第一步骤中定位该区域并且接下来为寻找火焰的存在分析处理相关的图像部分，其中借助于累加矩阵[$A_{ij}(t)$]寻找较高光亮度和局部闪烁移动的区域，根据 $A_{ij}(t)=\alpha A_{ij}(t-1)+(1-\alpha)Q_{ij}$

(t)从连续亮度图像[$X_{ij}(t)$]的差异图像[$Q_{ij}(t)$]中获得该累加矩阵，其中所述差异图像是根据 $Q_{ij}(t)=|X_{ij}(t)-X_{ij}(t-1)|\ w_{ij}(t)$ 在用加权因数 $W_{ij}(t)$ 进行加权后得到的，常量 α 在 0 和 1 之间并表明差异图像以怎样的强度流入累加矩阵[$A_{ij}(t)$]。

根据本发明的在下面称为监控室的被监控区域内通过分析在监控室内出现的辐射的至少一个参数进行检测火焰的设备，其具有一个摄像机，其具有用于由摄像机提供的图像的分析处理级，其中分析处理级具有处理器，其具有用于在摄像机的图像中定位较高光亮度和局部闪烁移动的范围和接下来为寻找火焰的存在分析相应图像部分的算法，该算法包含一个在下面称为预处理的过程，在该过程中确定一个累加矩阵[$A_{ij}(t)$]用于寻找较高光强度和局部闪烁移动的区域，根据 $A_{ij}(t)=\alpha A_{ij}(t-1)+(1-\alpha)Q_{ij}(t)$ 从连续亮度图像[$X_{ij}(t)$]的差异图像[$Q_{ij}(t)$]中获得该累加矩阵，其中所述差异图像是根据 $Q_{ij}(t)=|X_{ij}(t)-X_{ij}(t-1)|\ w_{ij}(t)$ 在用加权因数 $W_{ij}(t)$ 进行加权后得到的，常量 α 在 0 和 1 之间并表明差异图像以怎样的强度流入累加矩阵[$A_{ij}(t)$]。

根据本发明方法的第一优选实施形式的特征是，以确定的频率产生视频图像并且从中获得亮度图像。

根据本发明方法的第二优选实施方式的特征是，借助于累加矩阵寻找较高光亮度和局部闪烁移动的区域，从连续亮度图像的以加权因子加权的差异图像中获得该累加矩阵，其中加权因子表明，以怎样的强度累加矩阵被向差异图像累加。

根据本发明方法的第三优选实施形式的特征是，借助于累加矩阵寻找最亮像素的坐标。

第四优选实施形式的特征是，定义包含最亮像素并且与原来图像范围相比缩小的、感兴趣的范围并且关于火焰的存在分析该图像范围。

开始提到形式的根据本发明设备的特征是摄像机，其具有用于由摄像机提供的图像的分析处理级，其中分析处理级具有一个处理器，其具有用于在摄像机的图像上定位较高光强度和局部闪烁移动的范围并且随后关于火焰的存在分析相应部分图像的算法。

随着 CCTV 系统和设备的越来越广泛的应用可以以此为出发点，即在许多情况下在监控室中安置一个摄像机，如此对于火焰检测来说不必安装一个特有的传感器，这肯定使费用降低。通过把分析处理限制在可能包含火焰的图像部分，这能够明显降低计算机性能由此进一步降低费用。也可以以此为出发点，使得图像部分的分析处理足够强地抗干扰。

附图说明

下面根据表明按照本发明的检测火焰设备的方框图详细阐述本发明。

具体实施方式

以参考符号 1 表示一个摄像机，其通过输出端给分析处理级 2 提供连续视频图像，其中分析处理级 2 可以集成在摄像机 1 中或与该分析处理级连接。分析处理级 2 可以预先规定在摄像机 1 的安装位置或直接临近摄像机或者分析处理级也可以空间上与摄像机 1 分离，其中在后面的情况中在摄像机 1 和分析处理级 2 中存在通信连接。

分析处理级 2 包含一个处理器（没有示出），其具有用于定位在摄像机 1 的图像中发现的火焰和接下来分析相应图像部分的算法。根据图示，在算法的一个称为图像获得的第一过程中从由摄像机 1 提供的连续视频图像中获得亮度和/或色度图像 $X_{ij}(t)$（下面称为亮度图像）；i 和 j 是各个像素的坐标。该图像的频率为至少每秒 15 幅图像，图像大小例如为 352×288 像素。因此获得亮度图像，因为可以以此为出发点，即火焰显示较高亮度的位置并且此外具有独特的色调。

在一个称为预处理 4 的下一个过程中，在亮度图像 $X_{ij}(t)$ 中寻找火焰并且相应的图像部分中定位发现的火焰。借助于所谓的累加矩阵实现定位，以下面的方式形成累加矩阵：

在第一步骤中确定亮度的最大值 $\max[X_{ij}(t)]$和平均值 $\text{mean}[X_{ij}(t)]$，从中确定亮度阈值 $q(t)$，其中

$q(t+1)=\lambda_1 \max[X_{ij}(t)]$，如果 $\text{mean}[X_{ij}(t)] < \lambda_1 \max[X_{ij}(t)]$，和

$q(t+1)=\lambda_2\{\max[X_{ij}(t)]-\text{mean}[X_{ij}(t)]\}+\text{mean}[X_{ij}(t)]$，在所有另外情况。

λ_1 和 λ_2 是常量，处在 0 和 1 之间，其中例如 λ_1 等于 0.68，λ_2 等于 0.05。

借助于这两个条件确定一个考虑火焰特性的加权因数 $w_{ij}(t)$：

$w_{ij}(t)=X_{ij}(t)$，如果 $X_{ij}(t)>\max[X_{ij}(t)]-q(t)$，和

$w_{ij}(t)=0$，在所有另外情况。

这表明，从中滤除并且不再考虑所有亮度低于值 $\max[X_{ij}(t)]-q(t)$ 的像素、也就是暗目标。正如马上指出的，被滤除目标是暗移动目标。

因为可以以此为出发点，即火焰可以识别为较高光强度的移动，所以通过比较依次连续的图像形成差异图像，以便找出如此的移动；因为根据加权因数 $w_{ij}(t)$ 的定义从中删除了暗目标，也就是在形成差异图像时可以从中滤除移动的、其不可能是火焰的暗目标。也就是寻找较高光强度和局部闪烁移动的区域，这表明，例如不闪烁、静止的光源不判定为火焰，同样横向经过监控室的灯也不判定为火焰。

对于差异图像 $Q_{ij}(t)$ 适用：

$$Q_{ij}(t)=|X_{ij}(t)-X_{ij}(t-1)|\ w_{ij}(t)$$

从差异图像 $Q_{ij}(t)$ 中确定累加矩阵 $A_{ij}(t)$：

$$A_{ij}(t)=\alpha\ A_{ij}(t-1)+(1-\alpha)\ Q_{ij}(t)$$

α是一个在 0 和 1 之间的常量，其表明差异图像 $Q_{ij}(t)$ 以怎样的强度注入累加矩阵 $A_{ij}(t)$。对于α=0 累加矩阵等于差值图像，而对于α=1 差异图像没有注入，因为 $A_{ij}(t)$ 等于 $A_{ij}(t-1)$。首先因此形成累加矩阵，以便获得没有噪声和短时改变的平稳图像。

作为预处理 4 的最后步骤，借助于累加矩阵寻找最高值的像素 $[i_m, j_m](t)$，并且定义包含这个或这些像素的、所谓的感兴趣的图像范围 ROI，在该范围内可能存在火焰：

$$[i_m, j_m](t)=\{(i, j)\ |\max[A_{ij}(t)]\}$$

这种确定也就是提供具有局部闪烁移动和最高亮度的像素的坐标。通常涉及一个唯一的像素，可是其中也可以确定多个最亮的像素，为此可以使用多信道选择并且主要确定在各个像素之间的最小距离。

在称为分析 5 的下一个过程中，不是在整个最初的 352×288 像素的图像中进行分析，而是在例如 32×32 像素减小尺寸的感兴趣的图像范围 ROI 内进行分析，这样首先实现明显的数据减少。像素降低到百分之一。当然这种减少也可以少一些、例如减少到五十分之一，或减少的更多。

于是对于每个感兴趣的图像范围确定如下图像信息:

•感兴趣的图像范围 $X_{ROI}(t)$ 的平均亮度 $L(t)$:

$L(t)=[\text{mean von } X_{ij}(t)|_{ROI}]$

•感兴趣的图像范围 $X_{ROI}(t)$ 的色度 $C(t)$:

$C(t)=[C_{ij}(t)|_{ROI}$ 的数目$]\in$“火色度扇区”$/R(t)$，其中 $C_{ij}(t)$ 表示在时间 t 图像 $X_{ij}(t)$ 的色度对（V_{ij}，U_{ij}）。YUV 是彩色空间的已知表示，具有 x 轴和 y 轴上两个彩色分量 U 和 V 和 z 轴上的强度 Y，其中在 UV 平面内从原点到一个像素的矢量长度表明该像素的色饱和度。火色度扇区 $R(t)$ 是在 UV 平面内的彩色空间的扇形区域，在该彩色空间内典型是特别包含红色的彩色范围。

•累加矩阵 $A_{ROI}(t)$ 的有效像素 $R(t)$ 的数目:

$R(t)=[A_{ij}(t)|_{ROI}$ 的数目$>\eta_1]$; $1\leq\eta_1<Z$（Z=感兴趣图像范围 ROI 的像素的总数目），例如$\eta_1=30$

•感兴趣图像范围 $X_{ROI}(t)$ 的饱和度 $S(t)$:

$S(t)=[X_{ij}(t)|_{ROI}$ 的数目$>\eta_2]$。$1\leq\eta_2<Z$ 例如 $\eta_2=5$

为了使该结果保持稳定，接下来在一个称为提取 6 的过程中实现在分析 5 中确定的图像信息的时间积分。如果在 1 秒钟内进行积分，则在 PAL 格式中持续 25 幅图像。也就是在 t_0 至 t_n 的时间内对平均亮度、色度、有效像素和饱和系数积分并且获得如下特性:

•亮度平均值: $F_L=L$

•频率平均值: $F_F=F$

•幅度平均值: $F_M=M$

•火焰色度像素平均值: $F_C=C$

•有效像素平均值: $F_R=R$

•饱和平均值: $F_S=S$

例如通过平均亮度 $L(t)$ 的像素计数获得频率的平均值。由于火焰的特征闪烁引起的频率是检测火焰的一个重要量，因为该频率处在通常在 1Hz 和 10Hz 之间定义的狭小范围内。

在接下来称为模式识别 7 的过程中，从在提取 6 中获得的特性中计算存在火焰的概率。对此例如对于每一个上述特性检查，是否平均值处在阈值之上或之下，相应地设置概率等于 1 或者 0。然后从所有 n 个特性的概率中形成一个总概率。

$\Psi_L=\Gamma(F_L)=1$，如果 $F_L>\delta_L$

$\Psi_L=\Gamma(F_L)=0$，如果 $F_L<\delta_L$

如此公式也适用于其它特性。

总概率Π（t）：

$$\Pi(t):=1/N_F\,\Sigma\,\Psi_n=(\Psi_L.w_L+\Psi_F.w_F+\Psi_M.w_M+\Psi_C.w_C+\Psi_R.w_R+\Psi_S.w_S)/N_F$$

$$\Pi(t):=\frac{1}{N_F}\sum_n\Psi_n=(\Psi_L w_L+\Psi_F w_F+\Psi_M w_M+\Psi_C w_C+\Psi_R w_R+\Psi_S w_S)/N_F$$

对于 w_i 适用 $0\le w_i\le 1$，其中凭经验确定值 w_i。N_F 是关于所有 i 的 w_i 和。

在称为判定 8 的过程中，接下来判定，是否触发报警。该过程包含积分，在该积分中关于连续图像向上积分求总概率$\Pi(t)$。在零开始该积分，并且对于每个$\Pi(t)>\kappa$（κ是阈值）计数一个增量，并且对于每个$\Pi(t)<\kappa$减去一个增量。如果 $I(t)$ 表示积分值，则得出：

I（t=0）=0

如果$\Pi(t)>\kappa$，则 $I(t)=I(t-1)+\sigma_+$（如果 I（t）$>S_+$，则饱和为 S_+），在所有其它情况下满足 $I(t)=I(t-1)-\sigma_-$（如果 $I(t)<S-$，则饱和为 S-（通常为 0）。

σ_+和σ_-通常等于+1。

现在借助于积分 $I(t)$ 判定，是否触发警报：

如果 $I(t)>\beta$（β是阈值），则触发警报，

在所有其它情况下不触发。

所描述的设备有这样的优点，在许多应用情况下可以动用已经安装的摄像机，不需要安装特殊的火焰传感器，这肯定降低费用。由于分析处理限制在可能包含火焰的图像部分而进一步降低费用，这有可能明显进一步降低对计算机性能的要求。也可以以此为出发点，使得图像部分的分析处理足够强地抗干扰。

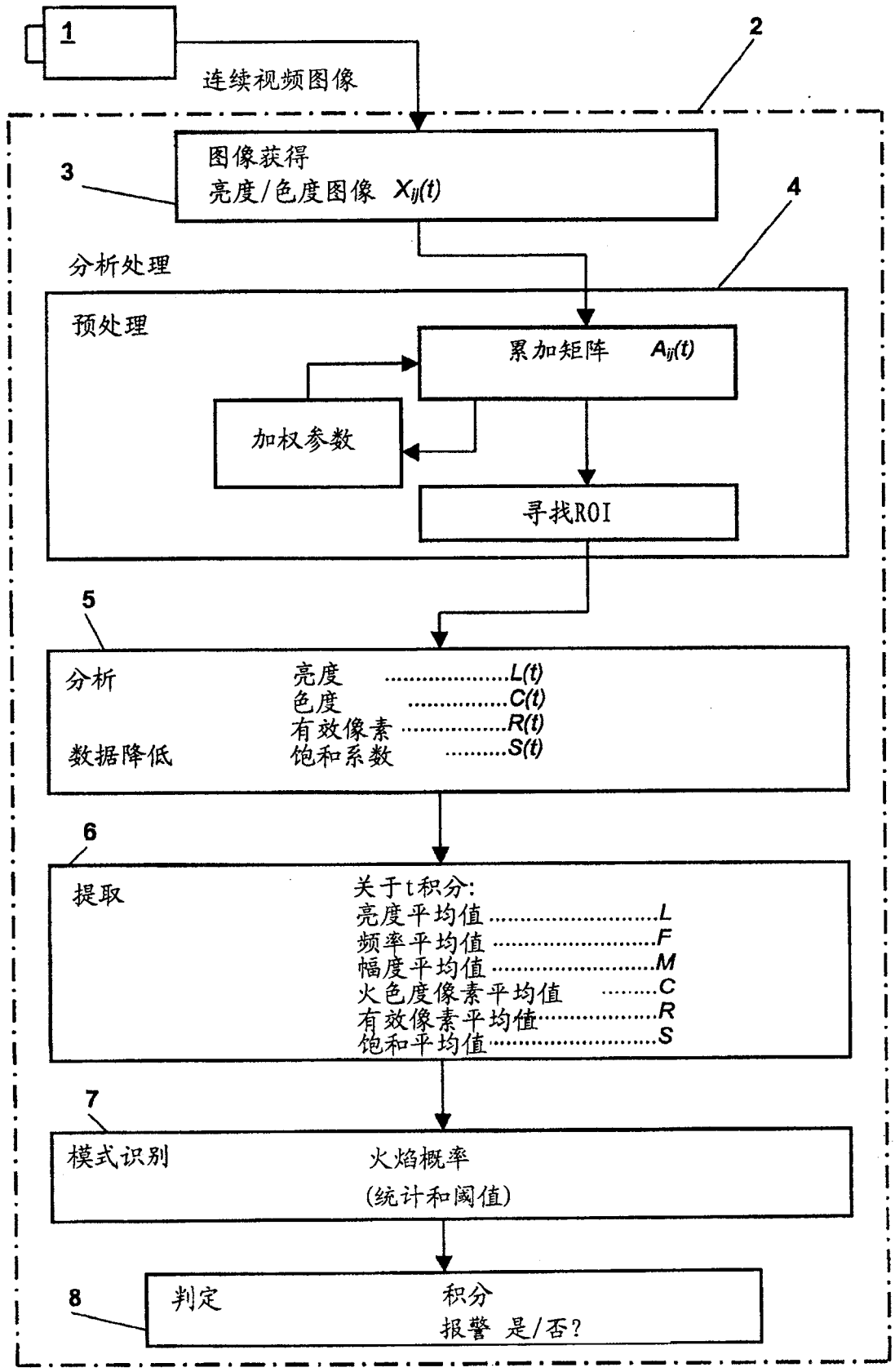

1
连续视频图像
2
图像获得
亮度/色度图像 $X_{ij}(t)$
3
4
分析处理
预处理
累加矩阵 $A_{ij}(t)$
加权参数
寻找ROI
5
分析
亮度 .....L(t)
色度 .....C(t)
有效像素 .....R(t)
数据降低
饱和系数 .....S(t)
6
提取
关于t积分:
亮度平均值 L
频率平均值 .....F
幅度平均值 .....M
火色度像素平均值 C
有效像素平均值 .....R
饱和平均值 .....S
7
模式识别
火焰概率
(统计和阈值)
8
判定
积分
报警 是/否?

图 1