



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109034038 B

(45) 授权公告日 2021.05.04

(21) 申请号 201810797991.9

CN 106949976 A, 2017.07.14

(22) 申请日 2018.07.19

CN 106910159 A, 2017.06.30

(65) 同一申请的已公布的文献号

US 8983180 B2, 2015.03.17

申请公布号 CN 109034038 A

阳婷 等. 基于帧间高频能量和相关性的烟雾检测算法研究.《微型机与应用》.2015, 第34卷(第17期), 摘要, 第0-6节.

(43) 申请公布日 2018.12.18

(73) 专利权人 东华大学

Juan Sebastian Romero 等

地址 201620 上海市松江区松江新城人民北路2999号

.Implementation and Optimization of the Algorithm of Automatic Color Enhancement in Digital Images.《2017 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing》.2018, 摘要, 第I-V节.

(72) 发明人 官洪运 吴炜 欧阳江坤 杨益伟 苏振涛 汪晨

(74) 专利代理机构 上海泰能知识产权代理事务所(普通合伙) 31233

代理人 宋缨 钱文斌

Yanwen Teng 等.The Research of Image Detail Enhancement Algorithm with Laplacian Pyramid.《2013 IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber》.2013, 摘要, 第I-V节.

(51) Int. Cl.

G06K 9/00 (2006.01)

G06K 9/62 (2006.01)

G06T 7/20 (2017.01)

郭继昌 等. 水下图像增强和复原方法研究进展.《中国图象图形学报》.2017, 第22卷(第3期), 第273-287页.

(56) 对比文件

CN 106845443 A, 2017.06.13

CN 105426840 A, 2016.03.23

CN 101783062 A, 2010.07.21

CN 1851419 A, 2006.10.25

审查员 田子茹

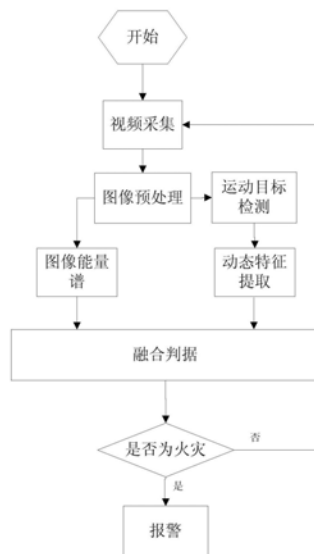
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于多特征融合的火灾识别装置

(57) 摘要

本发明涉及一种基于多特征融合的火灾识别装置,包括:图像获取设备,用于获取采集视频图像,还包括:能量谱提取模块,用于提取所述视频图像的能量谱信息;运动目标检测模块,用于检测视频图像中的运动目标;特征提取模块,用于提取所述运动目标的面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征;融合判别模块,根据能量谱信息、面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征建立判别模型,并根据判别模型判断是否发生火灾。本发明能有效提高识别火焰的准确率。



CN 109034038 B

1. 一种基于多特征融合的火灾识别装置,包括:图像获取设备,用于获取采集视频图像,其特征在于,还包括:能量谱提取模块,用于提取所述视频图像的能量谱信息;所述能量谱提取模块将视频图像转为频谱图像,再将频谱图像从笛卡尔坐标系转换为极坐标系,对于每个方向 θ 有一个对应的频谱幅值,即 $S(\theta) = \sum_{r=1}^R S_r(\theta)$,其中, r 是极坐标中的半径,在频谱

图中表现为频率,将 $\theta=0^\circ \sim 5^\circ$ 与 $\theta=175^\circ \sim 180^\circ$ 的频谱幅度值之和与 $\theta=85^\circ \sim 95^\circ$ 的幅度值做比值,得到 $threshold = \frac{\sum_{\theta=0^\circ}^{5^\circ} \sum_{r=1}^R S(\theta) + \sum_{\theta=175^\circ}^{180^\circ} \sum_{r=1}^R S(\theta)}{\sum_{\theta=85^\circ}^{95^\circ} \sum_{r=1}^R S(\theta)}$;运动目标检测模块,用于检测视频图

像中的运动目标;特征提取模块,用于提取所述运动目标的面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征;融合判别模块,根据能量谱信息、面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征建立判别模型,并根据判别模型判断是否发生火灾。

2. 根据权利要求1所述的基于多特征融合的火灾识别装置,其特征在于,所述图像获取设备为IP网络摄像头,所述IP网络摄像头用于采集监控区域的视频图像,并通过IP网络传输数字化图像信号。

3. 根据权利要求1所述的基于多特征融合的火灾识别装置,其特征在于,还包括图像预处理装置,用于对所述图像获取设备采集到的视频图像进行增强处理。

4. 根据权利要求3所述的基于多特征融合的火灾识别装置,其特征在于,所述增强处理具体为:通过利用改进拉普拉斯金字塔分解思想将图像分解为一层一层,再逐层应用改进的自动色彩均衡算法进行处理,其中,改进的拉普拉斯金字塔算法中生成的拉普拉斯金字塔是由一系列差值图像构成:

$$\begin{cases} LP_l = G_l - G_{l+1}, (0 \leq l < N) \\ LP_N = G_N, (l = N) \end{cases}, N \text{ 为拉普拉斯金字塔的层数, } LP_l \text{ 为}$$

分解后的第 l 层图像, $LP_0, LP_1, LP_2, \dots, LP_N$ 所构成的序列作为拉普拉斯金字塔序列, G_1 为第1层

高斯金字塔;改进的自动色彩均衡算法为: $R_c(p) = \sum_{j \in \text{Subset}, j \neq p} \frac{r(I_c(p) - I_c(j))}{d(p, j)}$, I_c 是输入图像, d

(p, j) 为像素 p 和像素 j 之间的距离, R_c 为中间结果图像, $r(\cdot)$ 是相对对比度调整函数, $r(x) = \min(\max(\alpha x, -1), -1)$, α 为控制参数。

5. 根据权利要求1所述的基于多特征融合的火灾识别装置,其特征在于,所述特征提取模块对前景图像统计其非零像素总值确定面积,统计面积变化率,通过统计最外围像素的轮廓确定周长,火焰的频率闪烁通过统计火焰的平均高度,再将每帧火焰的高度与平均高度比较获得。

6. 根据权利要求1所述的基于多特征融合的火灾识别装置,其特征在于,所述融合判别模块分别对能量谱信息、面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征确定阈值,然后设置相应的权值建立火焰动态模型,所述火焰动态模型为

$$C_i = \begin{cases} \partial_p p_i + \partial_q q_i + \partial_r r_i + \partial_s s_i & 0 < C_i < 1 \\ 1 & C_i \geq 1 \\ 0 & C_i \leq 0 \end{cases}, \text{其中 } C_i \text{ 表示第 } i \text{ 帧火焰出现的概率, } \partial_p、\partial_q、$$

$\partial_r、\partial_s$ 分别为四个特征量的权值,对于某一帧图像,分别判断面积变化特征、周长变化特征、火焰频闪特征和能量谱信息是否在确定的阈值范围内,如果在,则将面积变化率 p_i ,周长变化率 q_i ,频率闪烁 r_i ,图像能量谱 s_i 加一,综合所有帧图像,统计最后四个特征量的数值。

一种基于多特征融合的火災识别装置

技术领域

[0001] 本发明涉及火災识别技术领域,特别是涉及一种基于多特征融合的火災识别装置。

背景技术

[0002] 火災是世界各国人民所面临的一个共同的灾难性问题。它给人类社会造成过不少生命、财产的严重损失。为了避免火災引起的重大事故,人们采用了许多火災早期检测方法,这些方法大都采用传感器对空气的湿度、温度或者烟雾进行检测来发出警报。这些火災自动监测手段,如烟感、温感探测器最大缺点就是距离的限制,其有效探测距离较小,报警后需要人员到现场确认,不利于早期发现火情,而且在大空间环境下往往容易受到空间高度温度和湿度等因素的影响而无法有效发挥作用。为了克服传统探测器的缺点,不少研究者提出了基于视频的火災检测方法,这种方法通过对普通的彩色视频输入进行颜色、时间和空间变化等的分析,来达到火災检测和报警的目的,具有实时性和成本较低等优点,因此视频监控系统的火焰自动检测成为公共安全领域关注的热点之一。

[0003] 目前基于视频的火災识别算法通常将静态特征与动态特征相结合,对火災中多个相互关联特征进行综合判断,才能更为准确地体现了真实火災现象的综合特征,提高识别率,使检测方法更加智能化,虽然现在对融合算法的研究有很多,但是由于大部分都是由静态特征作为火災是否发生的判据,动态特征太少,使得市面上产品化的火災检测系统误报率较高。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种基于多特征融合的火災识别装置,能够减少误报率。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:提供一种基于多特征融合的火災识别装置,包括:图像获取设备,用于获取采集视频图像,还包括:能量谱提取模块,用于提取所述视频图像的能量谱信息;运动目标检测模块,用于检测视频图像中的运动目标;特征提取模块,用于提取所述运动目标的面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征;融合判别模块,根据能量谱信息、面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征建立判别模型,并根据判别模型判断是否发生火災。

[0006] 所述图像获取设备为IP网络摄像头,所述IP网络摄像头用于采集监控区域的视频图像,并通过IP网络传输数字化图像信号。

[0007] 所述的基于多特征融合的火災识别装置还包括图像预处理装置,用于对所述图像获取设备采集到的视频图像进行增强处理。

[0008] 所述增强处理具体为:通过利用改进拉普拉斯金字塔分解思想将图像分解为一层一层,再逐层应用改进的自动色彩均衡算法进行处理,其中,改进的拉普拉斯金字塔算法中

生成的拉普拉斯金字塔是由一系列差值图像构成：
$$\begin{cases} LP_l = G_l - G_{l+1}, (0 \leq l < N) \\ LP_N = G_N, (l = N) \end{cases}$$
, N为拉普拉斯

金字塔的层数, LP_1 为分解后的第1层图像, $LP_0, LP_1, LP_2 \dots LP_N$ 所构成的序列作为拉普拉斯金字塔序列, G_1 为第1层高斯金字塔;改进的自动色彩均衡算法为:

$$R_c(p) = \sum_{j \in \text{Subset}, j \neq p} \frac{r(I_c(p) - I_c(j))}{d(p, j)}, I_c \text{ 是输入图像, } d(p, j) \text{ 为像素 } p \text{ 和像素 } j \text{ 之间的距离, } R_c \text{ 为中}$$

间结果图像, $r(\cdot)$ 是相对对比度调整函数, $r(x) = \min(\max(\alpha x, -1), -1)$, α 为控制参数。

[0009] 所述能量谱提取模块将视频图像转为频谱图像,再将频谱图像从笛卡尔坐标系转

换为极坐标系,对于每个方向 θ 有一个对应的频谱幅值,即 $S(\theta) = \sum_{r=1}^R S_r(\theta)$,其中, r 是极坐标

中的半径,在频谱图中表现为频率,将 $\theta = 0^\circ \sim 5^\circ$ 与 $\theta = 175^\circ \sim 180^\circ$ 的频谱幅度值之和与 $\theta =$

$$85^\circ \sim 95^\circ \text{ 的幅度值做比值,得到 } threshold = \frac{\sum_{\theta=0^\circ}^{5^\circ} \sum_{r=1}^R S(\theta) + \sum_{\theta=175^\circ}^{180^\circ} \sum_{r=1}^R S(\theta)}{\sum_{\theta=85^\circ}^{95^\circ} \sum_{r=1}^R S(\theta)}$$

[0010] 所述特征提取模块对前景图像统计其非零像素总值确定面积,统计面积变化率,通过统计最外围像素的轮廓确定周长,火焰的频率闪烁通过统计火焰的平均高度,再将每帧火焰的高度与平均高度比较获得。

[0011] 所述融合判别模块分别对能量谱信息、面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征确定阈值,然后设置相应的权值建立火焰动态模型,所述火焰动态模型为

$$C_i = \begin{cases} \partial_p p_i + \partial_q q_i + \partial_r r_i + \partial_s s_i & 0 < C_i < 1 \\ 1 & C_i \geq 1 \\ 0 & C_i \leq 0 \end{cases}, \text{ 其中 } C_i \text{ 表示第 } i \text{ 帧火焰出现的概率, } \partial_p, \partial_q, \partial_r,$$

∂_s 分别为四个特征量的权值,对于某一帧图像,分别判断面积变化特征、周长变化特征、火焰频闪特征和能量谱信息是否在确定的阈值范围内,如果在,则将面积变化率 p_i ,周长变化率 q_i ,频率闪烁 r_i ,图像能量谱 s_i 加一,综合所有帧图像,统计最后四个特征量的数值。

[0012] 有益效果

[0013] 由于采用了上述的技术方案,本发明与现有技术相比,具有以下优点和积极效果:本发明基于图像能量谱特征的火灾识别依据,并结合火焰的动态特征,融合火焰的图像能量谱和面积、周长变化和火焰频闪特征,得到一种基于图像能量谱的火灾识别模型,依据此模型得到判据条件,从而更加准确、实时的检测前期火焰目标,及时采取措施,从而避免火灾的发生。

附图说明

[0014] 图1是本发明的方框图。

具体实施方式

[0015] 下面结合具体实施例,进一步阐述本发明。应理解,这些实施例仅用于说明本发明而并不用于限制本发明的范围。此外应理解,在阅读了本发明讲授的内容之后,本领域技术人员可以对本发明作各种改动或修改,这些等价形式同样落于本申请所附权利要求书所限定的范围。

[0016] 本发明的实施方式涉及一种基于多特征融合的火灾识别装置,包括:图像获取设备,用于获取采集视频图像,还包括:能量谱提取模块,用于提取所述视频图像的能量谱信息;运动目标检测模块,用于检测视频图像中的运动目标;特征提取模块,用于提取所述运动目标的面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征;融合判别模块,根据能量谱信息、面积变化特征、周长变化特征和火焰频闪特征建立判别模型,并根据判别模型判断是否发生火灾。

[0017] 如图1所示,该实施例在图像获取设备采集到视频图像后,可以对采集到的视频图像进行预处理操作,再分为两个模块,第一个模块是提取图像能量谱,第二个模块是先进行运动目标监测,再提取面积、周长变化和火焰频闪三大特征,最后采用融合模型对四个特征进行建模,融合成一个新的火灾识别判据。本发明的亮点在于整幅图像能量谱以及特征融合建模,该方式提高了火灾识别的准确度。

[0018] 为了增强图像视觉效果,本实施例的基于多特征融合的火灾识别装置中还包括图像预处理装置,该预处理装置用于对所述图像获取设备采集到的视频图像进行增强处理,其在增强图像视觉效果的同时降低了运算复杂度,可以达到实时处理的效果。

[0019] 传统的自动色彩均衡算法运算复杂度高,本发明将通过利用改进拉普拉斯金字塔分解思想将图像分解为一层一层,再逐层应用改进的自动色彩均衡算法。在改进的拉普拉斯金字塔算法中生成的拉普拉斯金字塔是由一系列差值图像构成,如下式所示:

$$[0020] \quad \begin{cases} LP_l = G_l - G_{l+1}, (0 \leq l < N) \\ LP_N = G_N, (l = N) \end{cases}$$

[0021] N 为拉普拉斯金字塔的层数, LP_1 为分解后的第1层图像, $LP_0, LP_1, LP_2 \dots LP_N$ 所构成的序列作为拉普拉斯金字塔序列, G_1 为第1层高斯金字塔。从上式可以看出,想要得到最终的增强图像需要将这些中间序列进行融合,重构得到效果图,并且为了降低复杂度,需要找到像素阈值 δ ,用来提取部分像素,减少金字塔的数目,达到降低复杂度的目的,其中 δ 由下式决定:

$$[0022] \quad \delta = \sum_{\substack{i \in \Omega(i) \\ t \in Z}} |x_{it} - x_{jt}|$$

[0023] 其中 x_{it} 为第 t 层金字塔第 i 个像素值, x_{jt} 为第 t 层金字塔的第 j 个像素,像素的选取和 $\Omega(i)$ 密切相关, $\Omega(i)$ 的确定需要借鉴经典的暗通道去雾算法,使得增强后的视频图像更加自然,方便后续处理。

$$[0024] \quad J(x) = \frac{I(x) - \bar{A}}{\max(t(x), t')} + \bar{A}$$

[0025] 其中 $J(x)$ 为增强后图像, $I(x)$ 原始图像, \bar{A} 为环境光值的平均值, $t(x)$ 为像素 x 的邻域像素集合的传输值,设为常数, t' 为修正值。模块1采集到的视频图像的模糊程度在本

实施例中视为轻度,所以本实施例中暗通道阈值T的设定可以为 $I < T$,且T的取值可设定为(20-30),如下式所示:

$$[0026] \quad 1 - \frac{I(x)}{A} = 1 - \frac{1}{A} \min_{y \in \Omega(x)} \left(\min_{c \in \{r, g, b\}} I^c(y) \right)$$

[0027] 其中 $\Omega(x)$ 为像素值为x的邻域集合, $I^c(y)$ 为I(y)在某个R、G、B颜色通道,可通过常数获取。则可以根据暗通道阈值T获得I的值,从而获得符合要求的 $\Omega(i)$ 。在每层上使用改进的自动色彩均衡算法,自动色彩均衡算法可用下式表示:

$$[0028] \quad R_c(p) = \sum_{j \in \text{Subset}, j \neq p} \frac{r(I_c(p) - I_c(j))}{d(p, j)}$$

[0029] 其中, I_c 是输入图像, $d(p, j)$ 为像素p和像素j之间的距离, R_c 为中间结果图像, $r()$ 是相对对比度调整函数,用来控制增强细节图像,并且抑制边缘的信息,使得图像整体平缓,一般都采用下式来到达这一目的, $r(x) = \min(\max(\alpha x, -1), -1)$, α 为控制参数,值越大,细节增强越明显。

[0030] 在ACE算法中,空域调整部分像素间两两比较导致算法复杂度高,中心像素与周围像素的差值的累加就是表示该中心点的显示能力,所以距离中心点越远的像素对中心点的影响越小,本文减少中心点周围的像素区域大小,使得像素之间的比较次数减少,邻域大小的选取应该综合图像效果和运算时间两个因素考虑,本文邻域的大小选取为整幅图像的50%,在金字塔顶层像素只有一个,不需要选取邻域,取值为0.5,越往下层像素越多。

[0031] 所述图像能量谱依赖图像的空间频率,图像空间频率的变化和图像的灰度值变化密切相关,图像的灰度变化越频繁,空间频率越大。图像能量谱即图像灰度值的傅里叶变换,图像频谱表现为中心部分表示原图像中的低频部分,越往外扩散频率越高,大部分自然图像都表现为低频部分亮度大,高频部分亮度小。本发明将频谱图像从笛卡尔坐标系转换为极坐标系, θ 是极坐标中的变量,对于每个方向 θ ($0^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$),都有一个对应的频谱幅值,如下式所示:

$$[0032] \quad S(\theta) = \sum_{r=1}^R S_r(\theta)$$

[0033] 其中, r 是极坐标中的半径,在频谱图中表现为频率,对比火焰图像序列和非火焰图像序列,在 $\theta = 0^\circ$ 、 180° 和 90° 的邻域火焰图像和其他非火焰图像有明确的区分值,将($\theta = 0^\circ \sim 5^\circ$)与($\theta = 175^\circ \sim 180^\circ$)的频谱幅度值之和与($\theta = 85^\circ \sim 95^\circ$)的幅度值做比值,如下式所示:

$$[0034] \quad \text{threshold} = \frac{\sum_{\theta=0^\circ}^{5^\circ} \sum_{r=1}^R S(\theta) + \sum_{\theta=175^\circ}^{180^\circ} \sum_{r=1}^R S(\theta)}{\sum_{\theta=85^\circ}^{95^\circ} \sum_{r=1}^R S(\theta)}$$

[0035] 有火焰的图像幅度比值threshold小于1,非火焰图像的幅度比值threshold大于1,从而能达到识别火焰的目的。

[0036] 所述动态特征提取主要提取火焰三个动态特征,包括面积变化、周长变化、闪烁频率,在提取动态特征之前需要对预处理后的图像进行运动目标检测,然后对前景图像统计

其非零像素总值确定面积,统计面积变化率,通过统计最外围像素的轮廓确定周长,火焰的频率闪烁通过统计火焰的平均高度,再将每帧火焰的高度与平均高度比较获得。

[0037] 所述特征融合是将图像能量谱特征和面积变化、周长变化、闪烁频率进行融合建模,获得一种新型的火焰识别唯一判据。首先分别对四种特征确定阈值,然后设置相应的权值建立火焰动态模型。采用下式来表示:

$$[0038] \quad C = \begin{cases} \partial_1 p_1 + \partial_2 p_2 + \dots + \partial_n p_n & 0 < C < 1 \\ 1 & C \geq 1 \\ 0 & C \leq 0 \end{cases}$$

[0039] 其中,C代表某事件进行融合后的发生概率, ∂_i 是不同事件的权值, p_i 代表某事件,

其中 $\sum_{i=1}^n \partial_i = 1$ 。将四个特征代入模型可以得到下式:

$$[0040] \quad C_i = \begin{cases} \partial_p p_i + \partial_q q_i + \partial_r r_i + \partial_s s_i & 0 < C_i < 1 \\ 1 & C_i \geq 1 \\ 0 & C_i \leq 0 \end{cases}$$

[0041] 其中 C_i 表示第*i*帧火焰出现的概率, ∂_p 、 ∂_q 、 ∂_r 、 ∂_s 分别为四个特征量的权值。对于某一帧图像,分别判断面积变化特征、周长变化特征、火焰频闪特征和能量谱信息是否在确定的阈值范围内,如果在,则将面积变化率 p_i ,周长变化率 q_i ,频率闪烁 r_i ,图像能量谱 s_i 加一,综合所有帧图像,统计最后四个特征量的数值,其比重就是对应的权值。

[0042] 不难发现,本发明基于图像能量谱特征的火灾识别依据,并结合火焰的动态特征,融合火焰的图像能量谱和面积、周长变化和火焰频闪特征,得到一种基于图像能量谱的火灾识别模型,依据此模型得到判据条件,从而更加准确、实时的检测前期火焰目标,及时采取措施,从而避免火灾的发生。

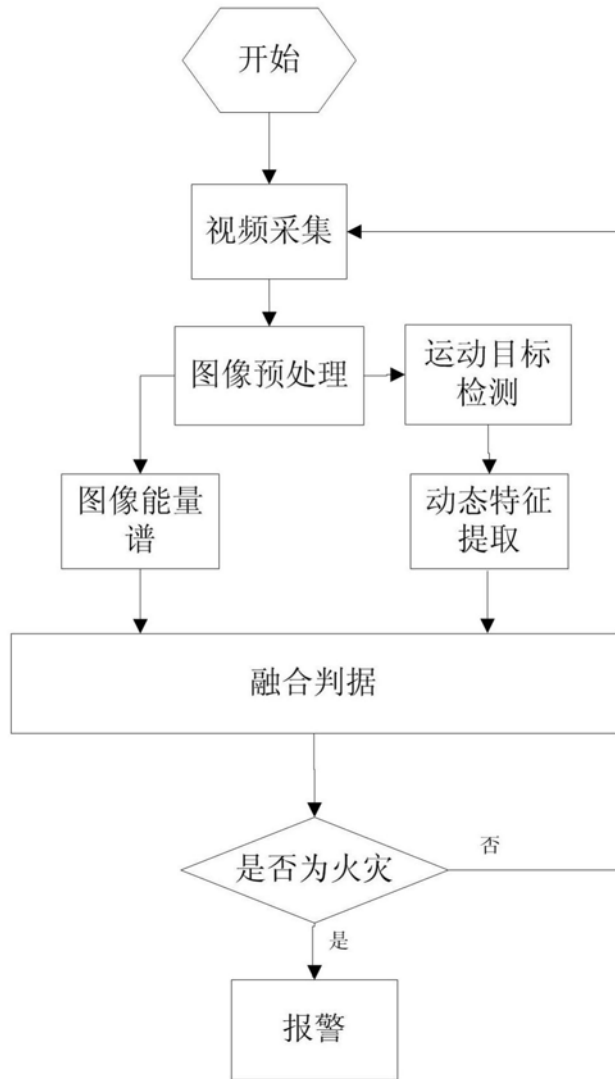


图1