



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110866941 B

(45) 授权公告日 2022.10.25

(21) 申请号 201911103616.0

(22) 申请日 2019.11.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110866941 A

(43) 申请公布日 2020.03.06

(73) 专利权人 格蠹信息科技(上海)有限公司
地址 201114 上海市闵行区联航路1588号2号业务楼B座310室

(72) 发明人 张银奎

(74) 专利代理机构 上海乐泓专利代理事务所
(普通合伙) 31385

专利代理师 苏杰

(51) Int. Cl.

G06T 7/246 (2017.01)

G06T 7/13 (2017.01)

G08B 17/12 (2006.01)

G06N 3/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 110298297 A, 2019.10.01

CN 110298297 A, 2019.10.01

CN 106845443 A, 2017.06.13

CN 110033040 A, 2019.07.19

GB 201516528 D0, 2015.11.04

CN 106650584 A, 2017.05.10

CN 109191761 A, 2019.01.11

耿梦雅等. 基于目标跟踪与深度学习的视频火焰识别方法.《计算机测量与控制》.2019, (第7期),

Miao Ligang等.Flame Region Detection Using Color and Motion Features in Video Sequences Flame Region Detection Using Color and Motion Features in Video Sequences.《The 26th Chinese Control and Decision Conference (2014 CCDC)》.2014,

审查员 张瑜

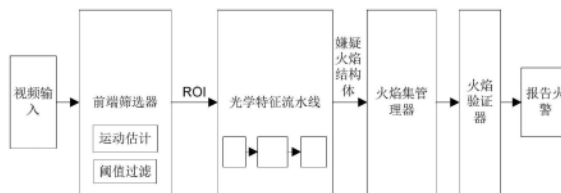
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于可见光的火焰识别系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于可见光的火焰识别系统,包含视频输入模块、前端筛选器、光学特征流水线、火焰集管理器、火焰验证区和报告火警模块。所述视频输入模块采集图像信息并传输给前端筛选器,前端筛选器对每一帧图像,根据运动检测和火焰颜色区域选出标准大小的备选区域后传输给光学特征流水线,光学特征流水线对每个ROI提取深度特征,送给不同的识别器。本发明的有益效果是:1、不依赖红外线和热成像技术,只使用普通监控摄像头拍摄的可见光视频做为检测的输入,2、深度提取火焰的“光学和运动”特征,综合使用多种识别器达到非常高的检出率和非常低的误报率。



1. 一种基于可见光的火焰识别系统,包含视频输入模块、前端筛选器、光学特征流水线、火焰集管理器、火焰验证区和报告火警模块,其特征在于,所述视频输入模块采集图像并传输给前端筛选器,前端筛选器对每一帧图像,根据运动检测和火焰颜色区域选出标准大小的备选区域后将备选区域传输给光学特征流水线,光学特征流水线对每个备选区域提取深度特征,送给不同的识别器,进行识别,并将结果传输给火焰集管理器处理,火焰集管理器对已经发现的一组嫌疑火焰结构体做运动特征分析后传输给火焰验证器,火焰验证器对火焰集管理器报告的视频帧进行验证,最终传输给报告火警模块;

所述识别器包括中间区识别器、眼图识别器、火焰运动因子、火焰纹理识别器、深度神经网络识别器;所述中间区识别器的目标是识别火焰的中间区,是火焰最亮的部分,在很多视频图像中,呈现为白色,B、G、R三个分量的值都为最大值,中间区识别器先使用预先设定的阈值对输入图片做阈值过滤,产生一个掩码位图m,然后依次做如下操作:a、在位图m中寻找轮廓;b、对找到的轮廓按照轮廓包含的线段个数进行排序;c、对排名前N的轮廓,计算圆润度因子RoundyFactor和凹陷次数FoldCount;d、淘汰RoundyFactor小于配置阈值的轮廓;e、据FoldCount给出对层流火焰或者湍流火焰的预测。

2. 根据权利要求1所述的一种基于可见光的火焰识别系统,其特征在于,所述前端筛选器首先使用运动检测算法检测出代表运动像素的掩码位图MaskM,再对输入图像做阈值过滤产生标记火焰像素的掩码位图MaskF,而后对MaskM和MaskF进行逻辑与操作,产生标志二者交集的MaskR,而后使用窗口扫描算法搜集出MaskR中的非0区域,产生一系列的感兴趣区域。

3. 根据权利要求2所述的一种基于可见光的火焰识别系统,其特征在于,所述光学特征流水线的输入是根据前端筛选算法输出的感兴趣区域而截取的小图片,简称为bgrROI,光学流水线会为输入产生一个HSV格式的副本,称为hsvROI,再bgrROI和hsvROI会送给光学流水线,逐一经过流水线上的各个识别器。

4. 根据权利要求3所述的一种基于可见光的火焰识别系统,其特征在于,所述识别器分为强识别器和弱识别器,强识别器具有排除功能,可以否决输入,弱识别器只对输入进行度量,给出度量结果,不具有否决能力。

5. 根据权利要求1所述的一种基于可见光的火焰识别系统,其特征在于,所述眼图识别器用于识别层流火焰,眼图识别器先对HSV格式的ROI图片产生眼图,然后度量“眼睛”中心区的高度和宽度,然后根据打分公式计算出FED测试的分数,FED为眼图识别器(Flame Eye Diagram)。

6. 根据权利要求1所述的一种基于可见光的火焰识别系统,其特征在于,所述火焰运动因子根据火焰的跳跃特征度量ROI输入图片,其计算过程如下:①根据中间区识别区输出的矩形位置产生描述火焰的矩形窗口;②在前端筛选器输出的MaskF位图中统计火焰矩形对应区域的非0像素个数MotionCounter;③ $FMF = MotionCounter / (W * H / 3)$,其中W和H为火焰矩形窗口的宽和高,FMF为火焰运动因子(Flame Motion Factor)。

7. 根据权利要求1所述的一种基于可见光的火焰识别系统,其特征在于,所述火焰纹理识别器根据火焰的分类产生三色纹理图片,火焰的分类是根据火焰不同区域的颜色和亮度差异,定义为高亮的中间区、与环境交接的外部区和介于以上二者之间的过渡区,然后先做逐行扫描,再做逐列扫描,检出以上三个区域及不同区域的颜色和亮度差异。

8. 根据权利要求1所述的一种基于可见光的火焰识别系统,其特征在于,所述火焰集管理器基于火焰的运动特征,针对光学流水线筛选出的嫌疑火焰信息,计算火焰变形因子,火焰验证器用于根据用户配置的规则在更大的范围内验证火焰检测结果,进一步降低误报率。

一种基于可见光的火焰识别系统

技术领域

[0001] 本发明涉及检测技术领域,具体是一种基于可见光的火焰识别系统。

背景技术

[0002] 火焰探测器(flame detector)是探测在物质燃烧时,产生烟雾和放出热量的同时,也产生可见的或大气中没有的不可见的光辐射,常被用于工业、消防领域。

[0003] 目前的火焰检测方法大多依赖红外线和热成像技术,依赖专用的硬件设备,不仅成本较高,而且需要额外的安装部署工作。

[0004] 目前也有少量完全基于可见光的方案,但大多误报率很高,难以商业应用。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于可见光的火焰识别系统,以解决上述背景技术中提出的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:

[0007] 一种基于可见光的火焰识别系统,包含视频输入模块、前端筛选器、光学特征流水线、火焰集管理器、火焰验证区和报告火警模块,所述视频输入模块采集图像信息并传输给前端筛选器,前端筛选器对每一帧图像,根据运动检测和火焰颜色区域选出标准大小的备选区域后传输给光学特征流水线,光学特征流水线对每个备选区域(ROI)提取深度特征,送给不同的识别器,进行识别,并将结果传输给火焰集管理器处理,火焰集管理器对已经发现的一组嫌疑火焰结构体做运动特征分析后传输给火焰验证器,火焰验证器对火焰集管理器报告的视频帧进行验证,最终传输给报告火警模块。

[0008] 作为本发明的进一步方案:所述前端筛选器首先使用运动检测算法检测出代表运动像素的掩码位图MaskM,再对输入图像做阈值过滤产生标记火焰像素的掩码位图MaskF,而后对MaskM和MaskF进行逻辑与操作,产生标志二者交集的MaskR,而后使用窗口扫描算法搜集出MaskR中的非0区域,产生一系列的感兴趣区域。

[0009] 作为本发明的进一步方案:所述光学特征流水线的输入是根据前端筛选算法输出的感兴趣区域而截取的小图片,简称为bgrROI,光学流水线会为输入产生一个HSV格式的副本,称为hsvROI,再bgrROI和hsvROI会送给光学流水线,逐一经过流水线上的各个识别器。

[0010] 作为本发明的进一步方案:所述识别器分为强识别器和弱识别器,强识别器具有排除功能,可以否决输入,弱识别器只对输入进行度量,给出度量结果,不具有否决能力。

[0011] 作为本发明的进一步方案:所述识别器包括中间区识别器、眼图识别器、火焰运动因子、火焰纹理识别器、深度神经网络识别器。

[0012] 作为本发明的进一步方案:所述中间区识别器的目标是识别火焰的中间区,是火焰最亮的部分,在很多视频图像中,呈现为白色,B、G、R三个分量的值都为最大值,中间区识别器先使用预先设定的阈值对输入图片做阈值过滤,产生一个掩码位图m,然后依次做如下操作:a、在位图m中寻找轮廓;b、对找到的轮廓按照轮廓包含的线段个数进行排序;c、对排

名前N的轮廓,计算圆润度因子RoundyFactor和凹陷次数FoldCount;d、淘汰RoundyFactor小于配置阈值的轮廓;e、据FoldCount给出对层流火焰或者湍流火焰的预测。

[0013] 作为本发明的进一步方案:所述眼图识别器用于识别层流火焰,眼图识别器先对HSV格式的ROI图片产生眼图,然后度量“眼睛”中心区的高度和宽度,然后根据打分公式计算出FED测试的分数。

[0014] 作为本发明的进一步方案:所述火焰运动因子根据火焰的跳跃特征度量ROI输入图片,其计算过程如下:①根据中间区识别区输出的矩形位置产生描述火焰的矩形窗口;②在前端筛选器输出的MaskF位图中统计火焰矩形对应区域的非0像素个数MotionCounter;③ $FMF = \text{MotionCounter} / (W * H / 3)$,其中W和H为火焰矩形窗口的宽和高。

[0015] 作为本发明的进一步方案:所述火焰纹理识别器根据火焰的分类产生三色纹理图片,火焰的分类是根据火焰不同区域的颜色和亮度差异,定义为高亮的中间区、与环境交接的外部区和介于以上二者之间的过渡区,然后先做逐行扫描,再做逐列扫描,检出以上三个区域及不同区域的颜色和亮度差异。

[0016] 作为本发明的进一步方案:所述火焰集管理器基于火焰的运动特征,针对光学流水线筛选出的嫌疑火焰信息,计算火焰变形因子,火焰验证器用于根据用户配置的规则在更大的范围内验证火焰检测结果,进一步降低误报率。

[0017] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:1、不依赖红外线和热成像技术,只使用普通监控摄像头拍摄的可见光视频做为检测的输入。2、深度提取火焰的“光学和运动”特征,综合使用多种识别器达到非常高的检出率和非常低的误报率。

附图说明

[0018] 图1为本发明的系统框图。

[0019] 图2为本发明的工作流程图。

具体实施方式

[0020] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0021] 请参阅图1-2,实施例1:本发明实施例中,一种基于可见光的火焰识别系统,包含视频输入模块、前端筛选器、光学特征流水线、火焰集管理器、火焰验证区和报告火警模块,所述视频输入模块采集图像信息并传输给前端筛选器,前端筛选器对每一帧图像,根据运动检测和火焰颜色区域选出标准大小的备选区域后传输给光学特征流水线,光学特征流水线对每个备选区域(ROI)提取深度特征,送给不同的识别器,进行识别,并将结果传输给火焰集管理器处理,火焰集管理器对已经发现的一组嫌疑火焰结构体做运动特征分析后传输给火焰验证器,火焰验证器对火焰集管理器报告的视频帧进行验证,最终传输给报告火警模块。

[0022] 火焰系统有两种部署方式,一种为中央部署,一般以服务器的形式机房内,服务器通过RTSP/RTMP等标准流媒体协议或者摄像头厂商的SDK从网络摄像头获取视频流,也可以

从视频云平台获取。另一种方式为边缘部署,需要定制的摄像头,火焰系统软件直接安装和运行在摄像头内的单板系统中。两种部署方式的主要差别是要处理的视频路数不同。中央部署时,火焰系统可以处理多路视频输入,边缘部署时只处理一路视频输入。两种部署使用的核心算法是一样的,以下描述只针对一路视频。

[0023] 概括来说,火焰系统的检测算法分为如下四大部分:

[0024] 1. 前端筛选算法,对每一帧图像,根据运动检测和火焰颜色区域选出标准大小的备选区域(ROI)。

[0025] 2. 光学特征流水线,对每个ROI提取深度特征,送给不同的识别器,进行识别。

[0026] 3. 火焰集管理器,对已经发现的一组嫌疑火焰结构体做运动特征分析。

[0027] 4. 火焰验证器,对火焰集管理器报告的视频帧进行验证。

[0028] 下面将分别描述以上四个部分中的关键算法。

[0029] 一、前端筛选算法

[0030] 对于每一帧输入图像,本模块首先使用运动检测算法检测出代表运动像素的掩码位图MaskM,再对输入图像做阈值过滤产生标记火焰像素的掩码位图MaskF(阈值可以设的较宽松,确保包含所有火焰像素),而后对MaskM和MaskF进行逻辑与操作,产生标志二者交集的MaskR。而后使用窗口扫描算法搜集出MaskR中的非0区域,产生一系列的感兴趣区域(ROI)。

[0031] 二、光学特征流水线

[0032] 光学特征流水线(以下简称光学流水线)的输入是根据前端筛选算法输出的感兴趣区域(ROI)而截取的小图片,简称为bgrROI,一般为BGR格式,大小为128*128,但是可以更大或者略小。

[0033] 因为后续有些模型需要使用HSV格式的图片,所以光学流水线会为输入产生一个HSV格式的副本,称为hsvROI。

[0034] 接下来bgrROI和hsvROI会送给光学流水线,逐一经过流水线上的各个识别器,识别器分为两种类型:强识别器,和弱识别器。强识别器具有排除功能,可以否决输入。弱识别器只对输入进行度量,给出度量结果,不具有否决能力。

[0035] 另一方面,光学流水线中的有些识别器是可选的,可以根据识别精度要求和场景动态选择,有些识别器是必须的。

[0036] 从火焰类型的角度看,有些识别器是通用的,有些火焰识别器是针对特定火焰类型的。在光学流水线中,把火焰分为如下三种类型:

[0037] -普通层流火焰(l-flame),蜡烛、打火机在室内稳定燃烧时的火焰,普通监控摄像头拍摄时,可以拍摄出明显的高亮中间区。

[0038] -普通湍流火焰(t-flame),纸箱、木材、煤炭等燃烧产生的火焰。夜晚拍摄时,因为摄像头可能进入夜间模式,所以拍摄的图像可能有大块的高亮白色区域。

[0039] -艳丽火焰(g-flame),蜡烛、纸箱等在有风情况下燃烧,氧气充足,而且摄像头成像能力很强时,视频中的火焰可能较小,而且呈现金黄色和淡红色。

[0040] 下面将分别介绍光学流水线中的重要识别器。

[0041] 1. 中间区识别器:

[0042] 这个识别器的目标是识别火焰的中间区,一般是火焰最亮的部分,在很多视频图

像中,一般呈现为白色,B、G、R三个分量的值都为最大值。

[0043] 中间区识别器先使用预先设定的阈值对输入图片做阈值过滤,产生一个掩码位图m,然后依次做如下操作:

[0044] -在位图m中寻找轮廓;

[0045] -对找到的轮廓按照轮廓包含的线段个数进行排序;

[0046] -对排名前N(N为可配置的系统参数)的轮廓,计算圆润度因子RoundyFactor和凹陷次数FoldCount;

[0047] -淘汰RoundyFactor小于配置阈值的轮廓;

[0048] 根据FoldCount给出对层流火焰或者湍流火焰的预测。

[0049] 2. 眼图识别器(FED):

[0050] 眼图识别器(Flame Eye Diagram)用于识别蜡烛、打火机等燃烧产生的层流火焰,也就是前面三种分类中的第一种。

[0051] 在我们对HSV格式的ROI图片做各种试验和分析时,我们偶然发现了这个规律。

[0052] 先按列把ROI图片的HSV三个分量分别累加,也就是做reduce操作。再绘制出累加的曲线图,那么代表HSV三个分量的波形图刚好在火焰区域形成一个眼睛形状,受串行通信领域著名的眼图测试启发,我们把这个图称为火焰眼图(Flame Eye Diagram),简称FED。

[0053] 眼图识别器先对HSV格式的ROI图片产生眼图,然后度量“眼睛”中心区的高度和宽度,然后根据打分公式计算出FED测试的分数。

[0054] 3. 火焰运动因子(FMF):

[0055] 火焰运动因子(Flame Motion Factor)的工作原理是根据火焰的跳跃特征度量ROI输入图片,其计算过程如下:

[0056] 根据中间区识别区输出的矩形位置产生描述火焰的矩形窗口。

[0057] 在前端筛选器输出的MaskF位图中统计火焰矩形对应区域的非0像素个数MotionCounter。

[0058] 使用如下公式计算FMF。

[0059] $FMF = \text{MotionCounter} / (W * H / 3)$

[0060] 其中W和H为火焰矩形窗口的宽和高。

[0061] 4. 火焰纹理识别器(FPF)

[0062] 在火焰纹理因子识别器中,根据火焰不同区域的颜色和亮度差异,定义如下三种火焰区:

[0063] -高亮的中间区;

[0064] -与环境交接的外部区;

[0065] -介于以上二者之间的过渡区,因为常常为黄金色,称为金色区。

[0066] 对于输入每个ROI图片,火焰纹理识别器先根据上述分类产生三色纹理图片,然后先做逐行扫描,再做逐列扫描,对于每一行或者列做如下计算:

[0067] 定义两个整数数组,ZipLineType[]和ZipLineCount[],并清零。

[0068] 定义游标变量cursor,初始值为0

[0069] 把第一个像素的类型放入ZipLineType[0]

[0070] 检查下一个像素,如果与前一像素类型相同,则累加ZipLineCount[cursor];如果

不同,则递增cursor,并把新的类型放入ZipLineType[cursor]

[0071] 循环上一步,直到本行/列的最后一个像素。

[0072] 根据两个数组中的结果计算火焰纹理因子(Flame Pattern Factor),简称FPF。

[0073] 5.深度神经网络识别器:

[0074] 火焰系统也使用深度神经网络(DNN)作为识别流水线的一个部分,简称DNN识别器。DNN识别器的优点是可以比较精确地识别行人、车辆等常见的人或物体,为验证阶段提供判断依据,缺点是计算量较大,对火焰的误识别率比较高,特别是当输入图像不够清晰时,可能会产生更多误报。因此,在我们的火焰识别流水线中,DNN识别器的输出结果只作为决策的一个指标。

[0075] 三、火焰集管理器:

[0076] 火焰集管理器(Flame Set Manager,简称FSM)是火焰系统中降低误报率的一个关键模块。FSM的工作原理是基于火焰的运动特征,针对光学流水线筛选出的嫌疑火焰信息,计算火焰变形因子(DFT)。

[0077] 首先,每种类型的火焰都有自己的火焰集管理器。这意味着针对一路视频输入,有三个火焰集管理器实例在工作。

[0078] 在每个火焰集管理器中,会以向量数组记录所有活跃的火焰簇。火焰簇是按照在视频中的像素坐标来定位的。

[0079] 在每个火焰簇中,会以环形队列方式记录活跃的嫌疑火焰信息。

[0080] 当环形队列的长度达到可配置的阈值时,便可以计算火焰变形因子DFT。

[0081] 四、火焰验证器:

[0082] 火焰验证器的目的是根据用户配置的规则在更大的范围内验证火焰检测结果,进一步降低误报率。

[0083] 火焰验证器可以集成多种分类算法和规则,以下是一部分:

[0084] --检测视频中是否包含活体人,在有活体人的时候不需要报警

[0085] --检测视频中的运动车辆,如果有车辆运动时不需要报警。

[0086] --根据时间设置规则,在用户指点时间区间内需要报警或不需要报警

[0087] --根据位置设置规则,在用户指定位置区域内需要报警或不需要报警

[0088] 实施例2:在实施例1的基础上,报告火警模块可以是声光报警器,也可以是带有远程信号传输的无线报警器,同时还可以与消防设备相结合,实现自动消防的功能。

[0089] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。不应将权利要求中的任何附图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0090] 此外,应当理解,虽然本说明书按照实施方式加以描述,但并非每个实施方式仅包含一个独立的技术方案,说明书的这种叙述方式仅仅是为清楚起见,本领域技术人员应当将说明书作为一个整体,各实施例中的技术方案也可以经适当组合,形成本领域技术人员可以理解的其他实施方式。

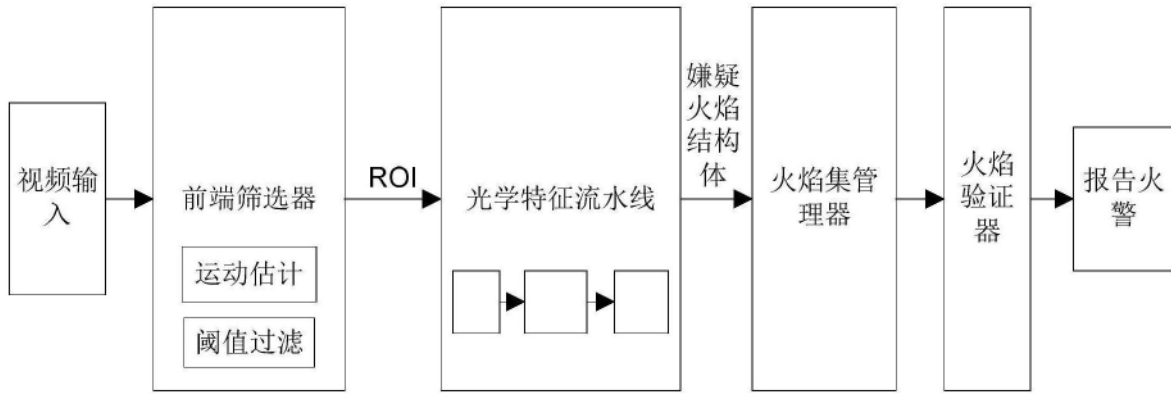


图1

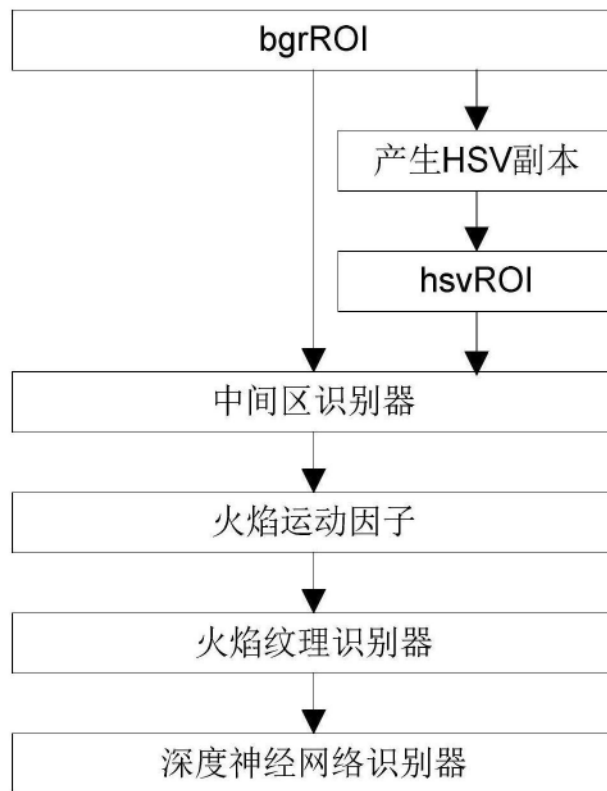


图2