



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111460920 A  
(43)申请公布日 2020.07.28

(21)申请号 202010177894.7

(22)申请日 2020.03.13

(71)申请人 温州大学大数据与信息技术研究院  
地址 325000 浙江省温州市龙湾区浙南云谷G幢1楼

(72)发明人 赵丽 张笑钦

(74)专利代理机构 北京阳光天下知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11671  
代理人 黄亚男

(51)Int.Cl.

- G06K 9/00(2006.01)
- G06K 9/34(2006.01)
- G06K 9/36(2006.01)
- G06T 7/254(2017.01)
- G08B 13/196(2006.01)

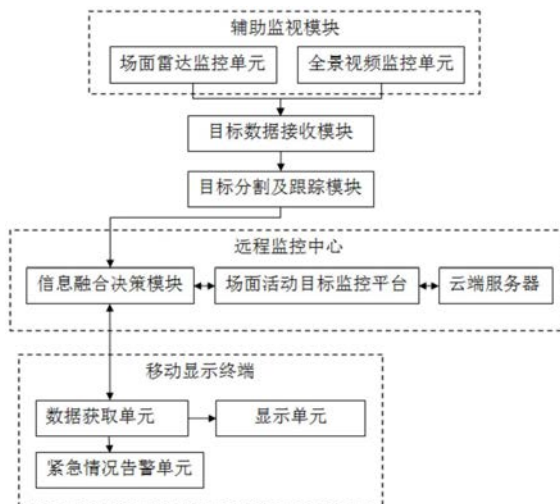
权利要求书2页 说明书4页 附图4页

(54)发明名称

一种面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统

(57)摘要

本发明提供了一种面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,包括:辅助监视模块、目标数据接收模块、目标分割及跟踪模块、移动显示终端和信息融合决策模块;所述辅助监视模块包括场面雷达监控单元和全景视频监控单元;所述目标数据接收模块用于将矫正转换和标定后的图像发送至所述目标分割及跟踪模块;所述目标分割及跟踪模块用于进行目标分割检测和识别跟踪,并将目标的跟踪识别结果和所述目标的运动信息发送至信息融合决策模块;所述移动显示终端包括数据获取单元、显示单元和紧急情况告警单元,本发明可以对场面中的多个目标实现实时识别跟踪,具有较高的鲁棒性。



1. 一种面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,其特征在于,包括:辅助监视模块、目标数据接收模块、目标分割及跟踪模块、移动显示终端和信息融合决策模块;

所述辅助监视模块包括场面雷达监控单元和全景视频监控单元,所述辅助监视模块用于对机场场面活动进行实时监视获取机场全景图像、场面目标位置信息并发送至所述目标数据接收模块;

所述目标数据接收模块用于对所述机场全景图像和目标位置信息进行矫正转换处理及对人工划定的机场范围进行位置标定,所述目标数据接收模块将矫正转换和标定后的图像发送至所述目标分割及跟踪模块;

所述目标分割及跟踪模块将所述目标数据接收模块矫正转换和标定后的图像进行目标分割检测和识别跟踪,并计算所述跟踪目标的运动速度,所述目标分割及跟踪模块将目标的跟踪识别结果和所述目标的运动信息发送至信息融合决策模块;

所述移动显示终端包括数据获取单元、显示单元和紧急情况告警单元,所述数据获取单元用于获取所述信息融合决策模块发送的场面目标位置信息、距离告警信息和停机位实时信息。

2. 根据权利要求1所述的面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,其特征在于,所述目标数据接收模块将接收到的所述机场的全景图像进行畸形矫正,并使用FFmpeg读取待跟踪目标当前的流媒体,解压所述流媒体获得YUV三通道的AVFrame图像,并将所述AVFrame图像转换为Mat图像,处理得到数字图像序列并输出至所述目标分割及跟踪模块。

3. 根据权利要求2所述的面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,其特征在于,所述目标分割检测和识别跟踪具体包括:对图像进行背景分割及更新,计算一定时间内视频图像中每个像素强度值的中值 $\lambda(x)$ 和标准差 $\sigma(x)$ 构建背景,再使用构建的背景模型来检测后续序列图像中运动目标,并对背景模型进行周期性更新;输入图像帧,采用基于归一化相关系数的阴影检测和去除算法去除图像阴影来排除阴影对目标团块合并的情况估计目标准确位置;最后采用MHT算法进行多目标跟踪。

4. 根据权利要求3所述的面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,其特征在于,所述

构建背景具体包括:像素 $x$ 处的背景模型采用

$$\begin{bmatrix} m(x) \\ n(x) \\ d(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \min_z \{V^z(x)\} \\ \max_z \{V^z(x)\} \\ \max_z \{|V^z(x) - V^{z-1}(x)|\} \end{bmatrix},$$

其中,每个像素 $x$ 有3个指标包括最小强度值 $m(x)$ ,最大强度值 $n(x)$ ,连续帧的最大强度差 $d(x)$ , $V$ 是包含 $N$ 帧连续图像的数组, $V^i(x)$ 表示第 $i$ 帧图像 $x$ 位置处的像素值,若 $|V^i(x) - \lambda(x)| < 2 * \sigma(x)$ ,则 $V^i(x)$ 属于静止背景像素即 $V^z(x)$ 集合,否则判定为运动物体像素。

5. 根据权利要求4所述的面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,其特征在于,所述检测后续序列图像中运动目标具体包括:计算背景模型中所有像素上最大强度差 $d(x)$ 的中值 $d_t$ ,根据 $d_t$ 对待检图像 $I_n$ 进行阈值分割,当所述待检图像 $I_n$ 中位置 $x$ 处的像素满足 $I_n(x) - m(x) < k * d_t \vee I_n(x) - n(x) < k * d_t$ 则分类为背景,否则分类为前景,其中, $I_n(x)$ 表示 $n$ 时刻 $x$ 处的像素值, $k$ 为分割阈值参数。

6. 根据权利要求5所述的面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,其特征在于,所述背景模型进行周期性更新包括:设定 $L$ 为背景模型更新周期,前 $L/2$ 帧数据计算均值和方差,利用所述均值和所述方差建立模型,根据所述模型对后 $L/2$ 帧的数据进行滤波,计算后 $L/2$

帧图像的最小强度值、最大强度值、连续帧的最大强度差和均值,根据后 $L/2$ 帧图像中将像素分为背景的次数 $g(x,t)$ ,将像素分为背景的次数 $m(x,t)$ 和上次该像素被分类为前景时间 $h(x,t)$ 对背景 $[m(x),n(x),d(x)]$ 进行更新。

7.根据权利要求6所述的面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,其特征在于,当 $g(x,t) > 1 * L / 2$ 时,采用背景像素背景模型 $[m_b(x),n_b(x),d_b(x)]$ ,当 $g(x,t) < 1 * L / 2 \wedge m(x,t) < r * L / 2$ 时,采用前景像素背景模型 $[m_f(x),n_f(x),d_f(x)]$ ,否则采用当前背景模型 $[m_c(x),n_c(x),d_c(x)]$ ,其中,参数1和参数 $r$ 为固定值。

8.根据权利要求7所述的面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,其特征在于,所述参数1为0.8,所述参数 $r$ 为0.1。

9.根据权利要求1所述的面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,其特征在于,所述目标分割及跟踪模块将目标的跟踪识别结果和所述目标的运动信息通过无线方式发送至位于远程监控中心的信息融合决策模块和航班信息进行匹配,实现场监目标的信息标识,所述远程监控中心还包括场面活动目标监控平台和云端服务器,所述场面活动目标监控平台和所述云端服务器相连接。

## 一种面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机场场面活动监测技术领域,尤其涉及到一种面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统。

### 背景技术

[0002] 航空运输业的高速发展导致场面的运行环境更加复杂,在日常运行中不可避免地存在飞机与车辆之间的碰撞冲突,在大雾等能见度低的情况时更为严重,传统的机场场面监视依靠调度员或监管员监控飞机和车辆位置,并向机坪车辆驾驶员通报相关信息/任务,记录各工作环节状态、进程自动化程度较低,安全性和效率较低且缺乏航班信息共享,监管员无法监控车辆和人员的实时位置,而驾驶员在特殊情况下看不清道路,影响驾驶,语音播报可能存在误报问题,现有的机场场面引导和控制系统大多依靠一个或多个传感器(场面监视雷达、视频摄像机)对多个被跟踪对象的运动状态进行量测和估计,但存在车辆驾驶员和飞机飞行员接受报警信息不及时而发生安全事故的问题。

[0003] 综上所述,如何提供一种可该发明可对机场场面中的多个活动目标实现高精度实时识别跟踪并对机场服务车辆和飞机提供及时的预警和停机位分配以避免冲突事故发生的面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统,是本领域技术人员急需解决的问题。

### 发明内容

[0004] 本方案针对上文提到的问题和需求,提出一种面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统及方法,其由于采取了如下技术方案而能够解决上述技术问题。

[0005] 为了达到上述目的,本发明提供如下技术方案:一种面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统包括:辅助监视模块、目标数据接收模块、目标分割及跟踪模块、移动显示终端和信息融合决策模块;

[0006] 所述辅助监视模块包括场面雷达监控单元和全景视频监控单元,所述辅助监视模块用于对机场场面活动进行实时监视获取机场全景图像、场面目标位置信息并发送至所述目标数据接收模块;

[0007] 所述目标数据接收模块用于对所述机场全景图像和目标位置信息进行矫正转换处理及对人工划定的机场范围进行位置标定,所述目标数据接收模块将矫正转换和标定后的图像发送至所述目标分割及跟踪模块;

[0008] 所述目标分割及跟踪模块将所述目标数据接收模块矫正转换和标定后的图像进行目标分割检测和识别跟踪,并计算所述跟踪目标的运动速度,所述目标分割及跟踪模块将目标的跟踪识别结果和所述目标的运动信息发送至信息融合决策模块;

[0009] 所述移动显示终端包括数据获取单元、显示单元和紧急情况告警单元,所述数据获取单元用于获取所述信息融合决策模块发送的场面目标位置信息、距离告警信息和停机位实时信息。

[0010] 进一步地,所述目标数据接收模块将接收到的所述机场的全景图像进行畸形矫

正,并使用FFmpeg读取待跟踪目标当前的流媒体,解压所述流媒体获得YUV三通道的AVFrame图像,并将所述AVFrame图像转换为Mat图像,处理得到数字图像序列并输出至所述目标分割及跟踪模块。

[0011] 更进一步地,所述目标分割检测和识别跟踪具体包括:对图像进行背景分割及更新,计算一定时间内视频图像中每个像素强度值的中值 $\lambda(x)$ 和标准差 $\sigma(x)$ 构建背景,再使用构建的背景模型来检测后续序列图像中运动目标,并对背景模型进行周期性更新;输入图像帧,采用基于归一化相关系数的阴影检测和去除算法去除图像阴影来排除阴影对目标团块合并的情况估计目标准确位置;最后采用MHT算法进行多目标跟踪。

[0012] 更进一步地,所述构建背景具体包括:像素 $x$ 处的背景模型采用

$$\begin{bmatrix} m(x) \\ n(x) \\ d(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \min_z \{V^z(x)\} \\ \max_z \{V^z(x)\} \\ \max_z \{|V^z(x) - V^{z-1}(x)|\} \end{bmatrix},$$

其中,每个像素 $x$ 有3个指标包括最小强度值 $m(x)$ ,最大强度值 $n(x)$ ,连续帧的最大强度差 $d(x)$ , $V$ 是包含 $N$ 帧连续图像的数组, $V^i(x)$ 表示第 $i$ 帧图像 $x$ 位置处的像素值,若 $|V^i(x) - \lambda(x)| < 2 * \sigma(x)$ ,则 $V^i(x)$ 属于静止背景像素即 $V^z(x)$ 集合,否则判定为运动物体像素。

[0013] 更进一步地,所述检测后续序列图像中运动目标具体包括:计算背景模型中所有像素上最大强度差 $d(x)$ 的中值 $d_t$ ,根据 $d_t$ 对待检图像 $I_n$ 进行阈值分割,当所述待检图像 $I_n$ 中位置 $x$ 处的像素满足 $I_n(x) - m(x) < k * d_t \vee I_n(x) - n(x) < k * d_t$ 则分类为背景,否则分类为前景,其中, $I_n(x)$ 表示 $n$ 时刻 $x$ 处的像素值, $k$ 为分割阈值参数。

[0014] 更进一步地,所述背景模型进行周期性更新包括:设定 $L$ 为背景模型更新周期,前 $L/2$ 帧数据计算均值和方差,利用所述均值和所述方差建立模型,根据所述模型对后 $L/2$ 帧的数据进行滤波,计算后 $L/2$ 帧图像的最小强度值、最大强度值、连续帧的最大强度差和均值,根据后 $L/2$ 帧图像中将像素分为背景的次数 $g(x,t)$ ,将像素分为背景的次数 $m(x,t)$ 和上次该像素被分类为前景时间 $h(x,t)$ 对背景 $[m(x), n(x), d(x)]$ 进行更新。

[0015] 更进一步地,当 $g(x,t) > 1 * L/2$ 时,采用背景像素背景模型 $[m_b(x), n_b(x), d_b(x)]$ ,当 $g(x,t) < 1 * L/2 \wedge m(x,t) < r * L/2$ 时,采用前景像素背景模型 $[m_f(x), n_f(x), d_f(x)]$ ,否则采用当前背景模型 $[m_c(x), n_c(x), d_c(x)]$ ,其中,参数 $1$ 和参数 $r$ 为固定值。

[0016] 更进一步地,所述参数 $1$ 为 $0.8$ ,所述参数 $r$ 为 $0.1$ 。

[0017] 更进一步地,所述目标分割及跟踪模块将目标的跟踪识别结果和所述目标的运动信息通过无线方式发送至位于远程监控中心的信息融合决策模块和航班信息进行匹配,实现场监目标的信息标识,所述远程监控中心还包括场面活动目标监控平台和云端服务器,所述场面活动目标监控平台和所述云端服务器相连接。

[0018] 本发明的有益效果是,该发明可对机场场面中的多个活动目标实现实时识别跟踪,具有较高的鲁棒性,且能较好的去处阴影等外界杂波因素的影响,精度更好,并采用机载和车载移动显示终端及时的对机场服务车辆和飞机提供及时的预警和停机位分配,避免冲突事故发生。

[0019] 下文中将结合附图对实施本发明的最优实施例进行更详尽的描述,以便能容易地理解本发明的特征和优点。

## 附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下文中将对本发明实施例的附图进行简单介绍。其中,附图仅仅用于展示本发明的一些实施例,而非将本发明的全部实施例限制于此。

[0021] 图1为本发明的组成结构示意图。

[0022] 图2为本发明的具体控制步骤示意图。

[0023] 图3为本发明中目标分割检测和识别跟踪的具体步骤示意图。

[0024] 图4为本实施例中运动目标检测流程示意图。

[0025] 图5为本实施例中背景更新流程图示意图。

## 具体实施方式

[0026] 为了使得本发明的技术方案的目的、技术方案和优点更加清楚,下文中将结合本发明具体实施例的附图,对本发明实施例的技术方案进行清楚、完整地描述。附图中相同的附图标记代表相同的部件。需要说明的是,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例,本领域普通技术人员在无需创造性劳动的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。

[0027] 本发明提供了一种可对机场场面中的多个活动目标实现实时识别跟踪,并采用机载和车载移动显示终端及时的对机场服务车辆和飞机提供及时的预警和停机位分配,避免冲突事故发生的用于机场场面活动目标的检测方法及系统。如附图1至附图5所示,该面向机场复杂场景的目标跟踪及分割系统包括:辅助监视模块、目标数据接收模块、目标分割及跟踪模块、移动显示终端和信息融合决策模块,所述辅助监视模块包括场面雷达监控单元和全景视频监控单元,所述辅助监视模块用于对机场场面活动进行实时监视获取机场全景图像、场面目标位置信息并发送至所述目标数据接收模块;所述目标数据接收模块用于对所述机场全景图像和目标位置信息进行矫正转换处理及对人工划定的机场范围进行位置标定,所述目标数据接收模块将矫正转换和标定后的图像发送至所述目标分割及跟踪模块;如图2所示,本发明的具体控制步骤包括:a.所述目标分割及跟踪模块将所述目标数据接收模块矫正转换和标定后的图像进行目标分割检测和识别跟踪,并计算所述跟踪目标的运动速度,b.所述目标分割及跟踪模块将目标的跟踪识别结果和所述目标的运动信息发送至信息融合决策模块;所述移动显示终端包括数据获取单元、显示单元和紧急情况告警单元,所述数据获取单元用于获取所述信息融合决策模块发送的场面目标位置信息、距离告警信息和停机位实时信息,所述显示单元用于将获取的信息进行图形化显示,所述紧急情况告警单元用于在周围目标与本机距离超过安全距离时和超速时进行报警,所述显示单元和所述紧急情况告警单元均与所述数据获取单元相连接。c.所述目标分割及跟踪模块将目标的跟踪识别结果和所述目标的运动信息通过无线方式发送至位于远程监控中心的信息融合决策模块和航班信息进行匹配,实现场监目标的信息标识,所述远程监控中心还包括场面活动目标监控平台和云端服务器,所述场面活动目标监控平台和所述云端服务器相连接,所述场面活动目标监控平台用于机场综合活动管控包括助航引导模块、航班信息管理系统和人员岗位出勤管理系统等,所述云端服务器用于存储相关数据。

[0028] 所述目标数据接收模块将接收到的所述机场的全景图像进行畸形矫正,并使用

FFmpeg读取待跟踪目标当前的流媒体,解压所述流媒体获得YUV三通道的AVFrame图像,并将所述AVFrame图像转换为Mat图像,处理得到数字图像序列并输出至所述目标分割及跟踪模块;如图3所示,所述目标分割检测和识别跟踪具体步骤包括:S1:对图像进行背景分割及更新,计算一定时间内视频图像中每个像素强度值的中值 $\lambda(x)$ 和标准差 $\sigma(x)$ 构建背景,S2:再使用构建的背景模型来检测后续序列图像中运动目标,并对背景模型进行周期性更新;S3:输入图像帧,采用基于归一化相关系数的阴影检测和去除算法去除图像阴影来排除阴影对目标团块合并的情况估计目标准确位置;S4:最后采用MHT算法进行多目标跟踪;所述

构建背景具体包括:像素 $x$ 处的背景模型采用

$$\begin{bmatrix} m(x) \\ n(x) \\ d(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \min_z \{V^z(x)\} \\ \max_z \{V^z(x)\} \\ \max_z \{|V^z(x) - V^{z-1}(x)|\} \end{bmatrix},$$

其中,每个像素 $x$ 有3个指标包括最小强度值 $m(x)$ ,最大强度值 $n(x)$ ,连续帧的最大强度差 $d(x)$ , $V$ 是包含 $N$ 帧连续图像的数组, $V^i(x)$ 表示第 $i$ 帧图像 $x$ 位置处的像素值,若 $|V^i(x) - \lambda(x)| < 2 * \sigma(x)$ ,则 $V^i(x)$ 属于静止背景像素即 $V^z(x)$ 集合,否则判定为运动物体像素;如图4所示,运动目标检测流程如下:所述检测后续序列图像中运动目标具体包括,计算背景模型中所有像素上最大强度差 $d(x)$ 的中值 $d_t$ ,根据 $d_t$ 对待检图像 $I_n$ 进行阈值分割,当所述待检图像 $I_n$ 中位置 $x$ 处的像素满足 $I_n(x) - m(x) < k * d_t \vee I_n(x) - n(x) < k * d_t$ 则分类为背景,否则分类为前景,其中, $I_n(x)$ 表示 $n$ 时刻 $x$ 处的像素值, $k$ 为分割阈值参数。如图5背景更新流程图所示,所述背景模型进行周期性更新包括:设定 $L$ 为背景模型更新周期,前 $L/2$ 帧数据计算均值和方差,利用所述均值和所述方差建立模型,根据所述模型对后 $L/2$ 帧的数据进行滤波,计算后 $L/2$ 帧图像的最小强度值、最大强度值、连续帧的最大强度差和均值,根据后 $L/2$ 帧图像中将像素分为背景的次数 $g(x, t)$ ,将像素分为背景的次数 $m(x, t)$ 和上次该像素被分类为前景时间 $h(x, t)$ 对背景 $[m(x), n(x), d(x)]$ 进行更新。其中,当 $g(x, t) > 1 * L/2$ 时,采用背景像素背景模型 $[m_b(x), n_b(x), d_b(x)]$ ,当 $g(x, t) < 1 * L/2 \wedge m(x, t) < r * L/2$ 时,采用前景像素背景模型 $[m_f(x), n_f(x), d_f(x)]$ ,否则采用当前背景模型 $[m_c(x), n_c(x), d_c(x)]$ ,其中,参数 $1$ 和参数 $r$ 为固定值,其中,参数 $1$ 为 $0.8$ ,所述参数 $r$ 为 $0.1$ 。

[0029] 在本实施例中,所述感知监视单元用于监视场面活动目标的运动位置及轨迹,包括场面监视雷达、CNSS全球导航卫星系统和ADS-B等。

[0030] 应当说明的是,本发明所述的实施方式仅仅是实现本发明的优选方式,对属于本发明整体构思,而仅仅是显而易见的改动,均应属于本发明的保护范围之内。

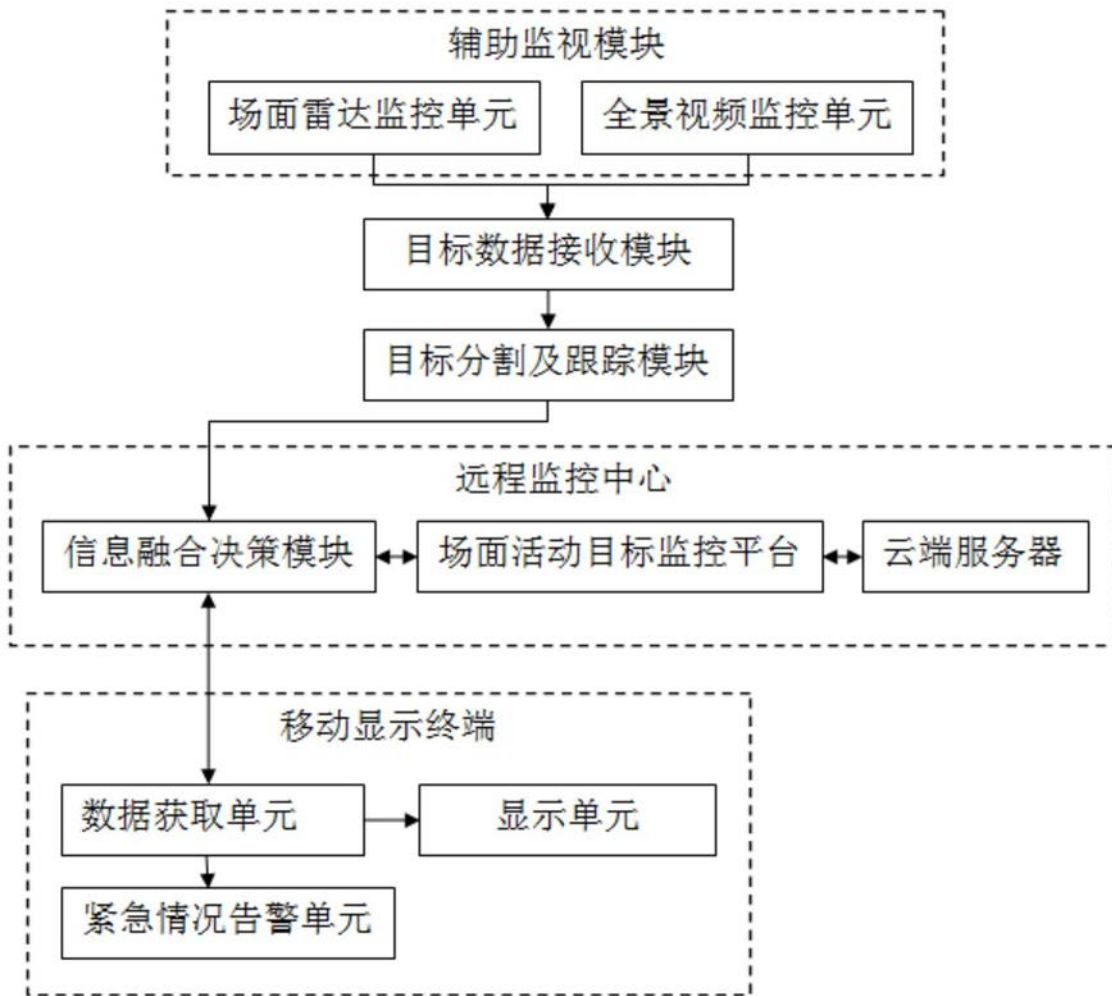


图1



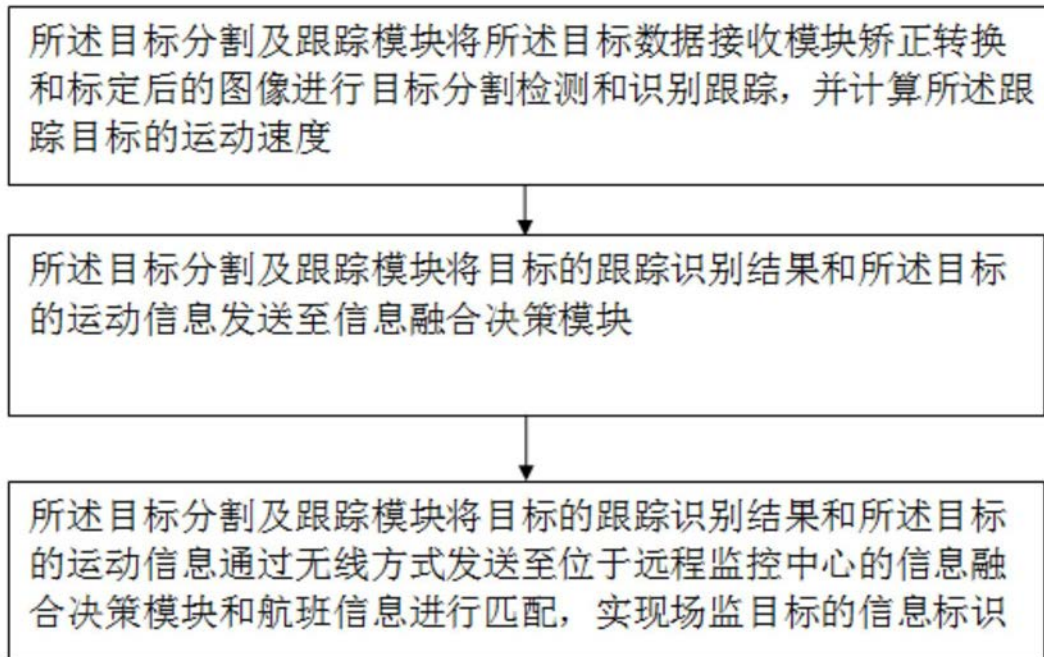


图2

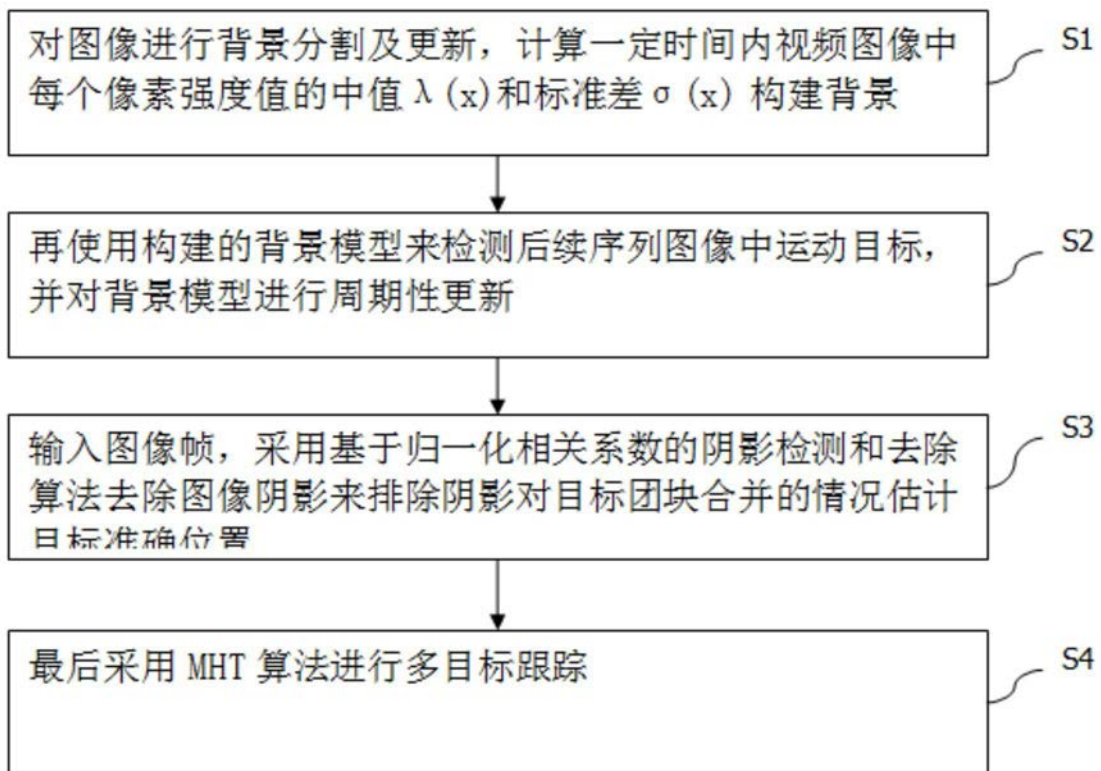


图3

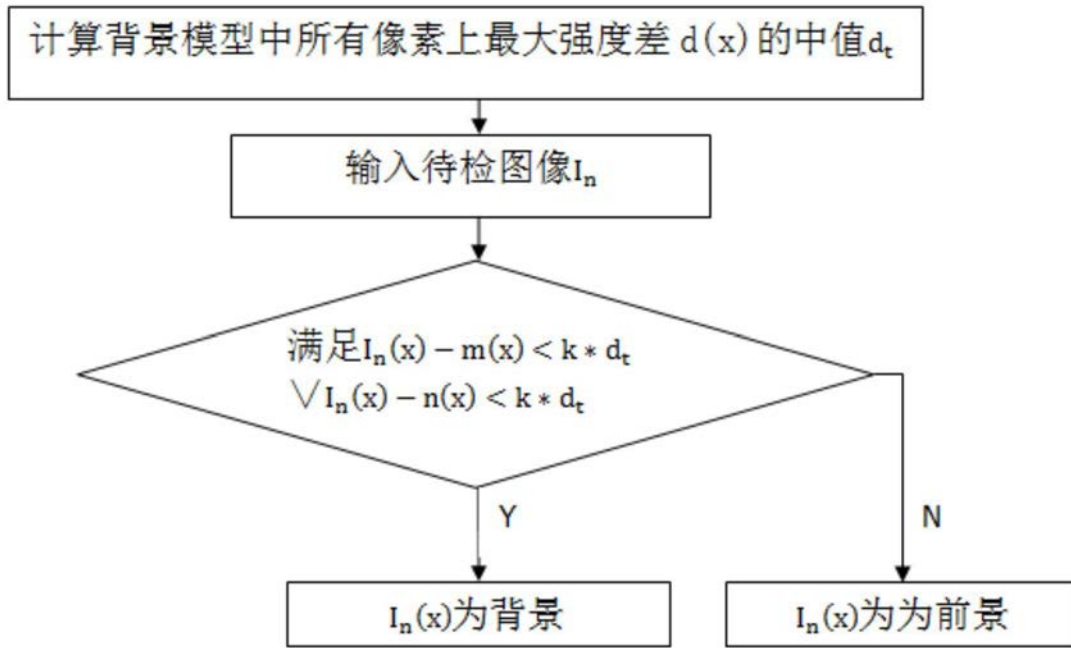


图4

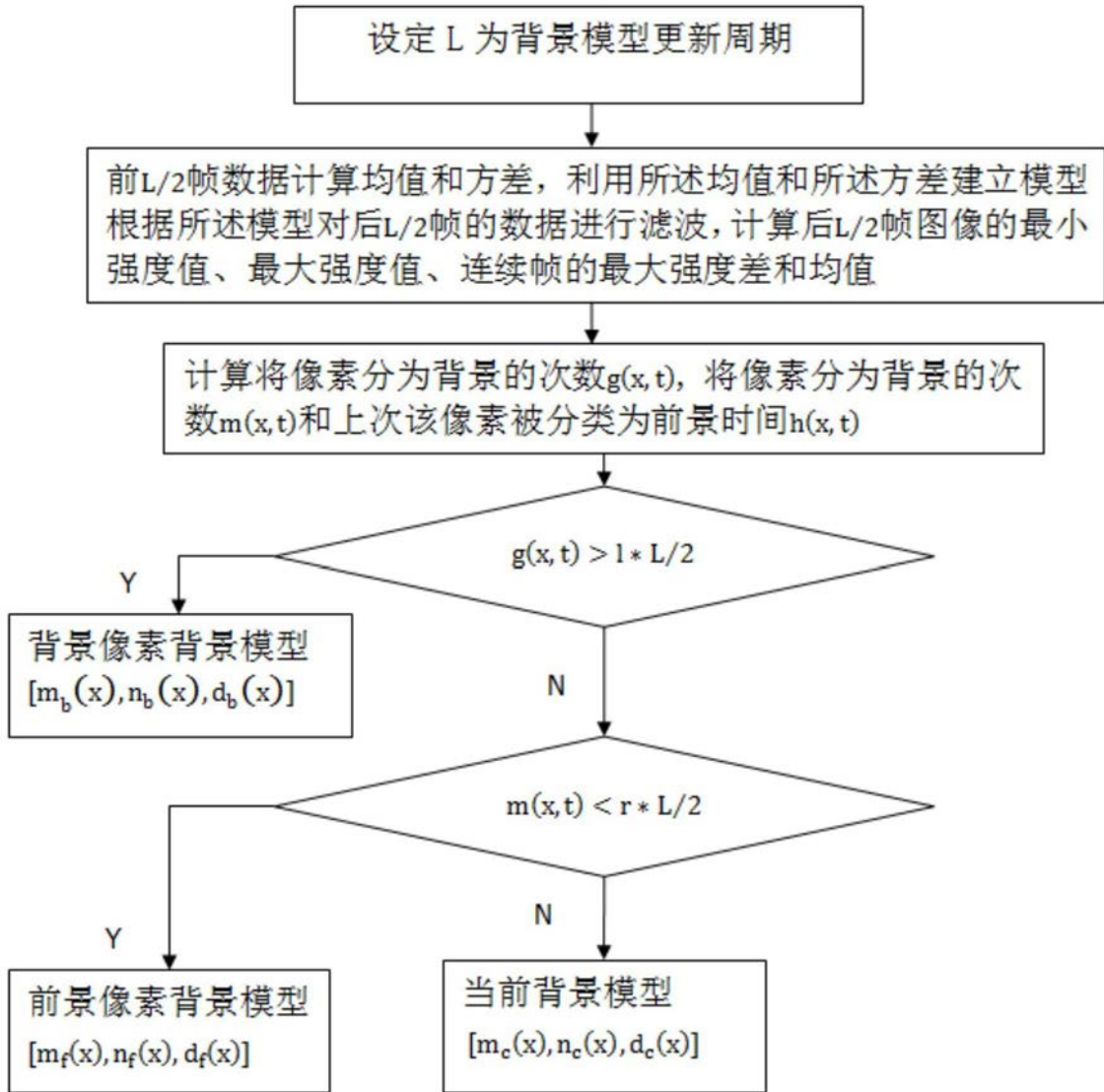


图5