



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108198208 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 201711444190.6

(22) 申请日 2017.12.27

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 108198208 A

(43) 申请公布日 2018.06.22

(73) 专利权人 浩云科技股份有限公司  
地址 511400 广东省广州市番禺区东环街  
番禺大道北555号天安总部中心22号  
楼102房

(72) 发明人 麦全深 茅庆江 叶展行 杨春霞

(74) 专利代理机构 深圳市科吉华烽知识产权事  
务所(普通合伙) 44248

代理人 胡吉科

(51) Int. Cl.

G06T 7/254 (2017.01)

(56) 对比文件

CN 106296725 A, 2017.01.04

CN 107368786 A, 2017.11.21

US 2005041102 A1, 2005.02.24

CN 101751679 A, 2010.06.23

刘定通. 复杂背景下视频运动目标检测与跟踪算法研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2016, (第03期),

吴剑舞 等. 一种基于改进ViBe的运动目标检测方法.《计算机与现代化》.2015, (第7期),

侯伟. 视频对象分割技术及应用.《中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2008, (第11期),

李涛. 基于上下文的目标检测研究.《中国博士学位论文全文数据库 信息科技辑》.2017, (第02期),

审查员 谢晶

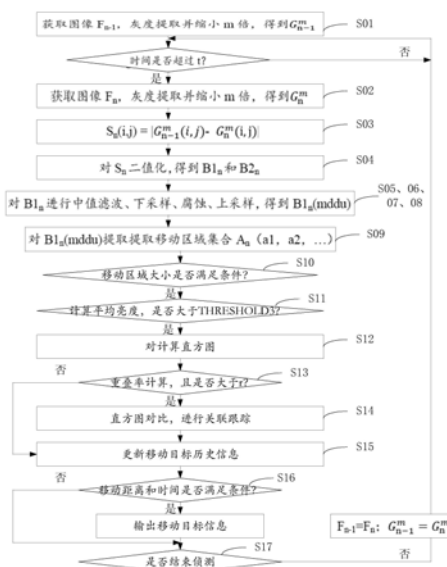
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于目标跟踪的移动侦测方法

(57) 摘要

本发明适用于视频摄像机监控和视频图像处理技术领域,提供了一种基于目标跟踪的移动侦测方法,该移动侦测方法包括如下步骤:获取时间相隔t的前后两帧图像,对两帧图像进行灰度图提取;对两帧灰度图缩小m倍后进行做差运算得到差异图;对差异图进行双阈值二值化得到两张二值图像B1n和B2n;对B1n进行处理并提取前景;对提取的前景进行筛选和关联跟踪;对关联跟踪信息进行分析侦测出最终的移动目标。本发明的有益效果是:在实现较低的运算复杂度的同时,保证了侦测的准确性,有效的解决现有方法对于光线骤变、图像噪声以及一些风吹草动等无关干扰因素引起的误报,且对内存和CPU等硬件资源要求较低,可实施性强。



CN 108198208 B

1. 一种基于目标跟踪的移动侦测方法,其特征在于,所述移动侦测方法包括以下步骤:

S01、获取一帧图像 $F_{n-1}$ ,对 $F_{n-1}$ 进行灰度提取,得到灰度图 $G_{n-1}$ ,对 $G_{n-1}$ 进行缩小 $m$ 倍处理,得到缩小后的灰度图 $G_{n-1}^m$ ;

S02、与 $F_{n-1}$ 相隔时间 $t$ 后,获取下一帧图像 $F_n$ ,对 $F_n$ 进行灰度提取,得到灰度图 $G_n$ ,对 $G_n$ 进行缩小 $m$ 倍处理,得到缩小后的灰度图 $G_n^m$ ;

S03、对 $G_{n-1}^m$ 与 $G_n^m$ 做差操作并得到差值图 $S_n$ ;

S04、对 $S_n$ 做基于阈值THRESHOLD1和阈值THRESHOLD2的二值化操作得到二值图像 $B1_n$ 和 $B2_n$ ;

S05、对 $B1_n$ 进行中值滤波操作得到二值图像 $B1_n(m)$ ;

S06、对 $B1_n(m)$ 进行高斯金字塔下采样操作得到二值图 $B1_n(md)$ ;

S07、对 $B1_n(md)$ 进行一次腐蚀操作,得到二值图像 $B1_n(mdd)$ ;

S08、对 $B1_n(mdd)$ 进行高斯金字塔上采样操作,得到二值图 $B1_n(mddu)$ ;

S09、遍历二值图像 $B1_n(mddu)$ ,统计不为零的像素,提取移动区域集合 $A_n(a1, a2, \dots)$ ;

S10、对移动区域集合 $A_n(a1, a2, \dots)$ 进行过滤操作,当某个移动区域 $A_n(i)$ 的宽 $w$ 和高 $h$ 满足设定条件则保留 $A_n(i)$ ,并进入下一步骤,否则删除 $A_n(i)$ ;

S11、对满足步骤S10的移动区域 $A_n(i)$ 结合二值图像 $B2_n$ 进行平均亮度的统计brightness,如果满足brightness>THRESHOLD3,则保留 $A_n(i)$ ,否则删除 $A_n(i)$ ;

S12、根据步骤S10和步骤S11过滤后得到移动区域集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ ,结合灰度图 $G_n^m$ 统计出每个移动区域对应的直方图 $h$ ,形成直方图集合 $H_n(h1, h2, \dots)$ ;

S13、对当前循环得到的移动区域集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ 与上一次循环得到的移动集合 $A'_{n-1}(a1, a2, \dots)$ 做重叠率计算 $OLR_{ij}$ ,如果 $OLR_{ij}>r$ ,初步确定到 $A'_n(i)$ 与 $A'_{n-1}(j)$ 是有关联的;

S14、对 $A'_n(a1, a2, \dots)$ 与 $A'_{n-1}(a1, a2, \dots)$ 所有满足步骤S13的 $A'_n(i)$ 和 $A'_{n-1}(j)$ 做直方图比较得出 $cp_{ij}$ ,最终形成集合 $CP(cp_{11}, cp_{12}, \dots)$ ;

S15、在集合 $CP(cp_{11}, cp_{12}, \dots)$ 找出最大值 $cp_{ij}^{max}$ ,则认为 $A'_n(i)$ 与 $A'_{n-1}(j)$ 是同一个移动目标,更新移动区域信息;

S16、遍历移动目标集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ 中每个移动目标 $A'_n(i)$ 的历史移动轨迹信息 $OBJ_n(i)$ ,当移动目标移动的最大距离 $distance>THRESHOLD4$ ,且 $OBJ_n(i)$ 包含的历史移动区域信息的个数 $num>THRESHOLD5$ ,则认为该移动目标为侦测到的移动目标,输出移动区域的矩形框和速度方向;

S17、判断是否结束侦测,若是,结束侦测;否则,将当前图像 $F_n$ 作为图像 $F_{n-1}$ ,将灰度图 $G_n^m$ 作为 $G_{n-1}^m$ ,转至步骤S2继续执行。

2. 根据权利要求1所述的基于目标跟踪的移动侦测方法,其特征在于,所述步骤S02中的时间阈值 $t$ 的取值范围是[70, 200]毫秒。

3. 根据权利要求1所述的基于目标跟踪的移动侦测方法,其特征在于,所述步骤S04中的二值化操作定义为:

$$S(i, j) = \begin{cases} 0 & B(i, j) < \text{THRESHOLD} \\ 255 & B(i, j) \geq \text{THRESHOLD} \end{cases}$$

阈值THRESHOLD1的取值范围是[20, 30], 阈值THRESHOLD2的取值范围是[30, 40], 且THRESHOLD2>THRESHOLD1。

4. 根据权利要求1所述的基于目标跟踪的移动侦测方法, 其特征在于, 所述步骤S05中的中值滤波的核size的取值范围是[3, 5]。

5. 根据权利要求1所述的基于目标跟踪的移动侦测方法, 其特征在于, 所述步骤S10中的移动区域 $A_n(i)$ 的宽w和高h需要满足以下条件:

$$\min w < A_n(i).w < \max w$$

$$\min h < A_n(i).h < \max h。$$

6. 根据权利要求5所述的基于目标跟踪的移动侦测方法, 其特征在于, 所述minw和minh的取值范围均是[6, 30], maxw的取值范围是 $[0.8*B1_n.width, B1_n.width]$ , maxy的取值范围是 $[0.8*B1_n.height, B1_n.height]$ 。

7. 根据权利要求1所述的基于目标跟踪的移动侦测方法, 其特征在于, 所述步骤S11中的平均亮度计算公式为

$$\text{brightness} = \sum_{i=A.minx, j=A.miny}^{i=A.maxx, j=A.maxy} B2n(i, j) / (A.w * A.h),$$

阈值THRESHOLD3的取值范围是[0, 10]。

8. 根据权利要求1所述的基于目标跟踪的移动侦测方法, 其特征在于, 所述步骤S13中的两个移动区域的重叠率计算公式如下:

$$OLR_{i,j} = mx*my*2 / (A_i.area + A_j.area)$$

$$mx = \min(A_i.maxx, A_j.maxx) - \max(A_i.minx, A_j.minx)$$

$$my = \min(A_i.maxy, A_j.maxy) - \max(A_i.miny, A_j.miny)$$

$$A_i.area = A_i.width * A_i.height$$

$$A_j.area = A_j.width * A_j.height$$

阈值r的取值范围是[0, 0.5]。

9. 根据权利要求1所述的基于目标跟踪的移动侦测方法, 其特征在于, 所述步骤S15中的更新移动区域信息包括移动目标的矩形框和速度:

$$A'_{n-1}(j) = \text{UPDATE\_RATE} * A'_n(i) + (1 - \text{UPDATE\_RATE}) * A'_{n-1}(j)$$

$$A'_n(i).spx = (A'_n(i).x + A'_n(i).width/2) - (A'_{n-1}(j).x + A'_{n-1}(j).width/2)$$

$$A'_n(i).spy = (A'_n(i).y + A'_n(i).height/2) - (A'_{n-1}(j).y + A'_{n-1}(j).height/2)$$

$$A'_{n-1}(i).spx = \text{UPDATE\_RATE} * A'_n(i).spx + (1 - \text{UPDATE\_RATE}) * A'_{n-1}(i).spx$$

$$A'_{n-1}(i).spy = \text{UPDATE\_RATE} * A'_n(i).spy + (1 - \text{UPDATE\_RATE}) * A'_{n-1}(i).spy$$

其中, 平滑因子UPDATE\_RATE的取值范围是[0.2, 0.8]。

10. 根据权利要求1所述的基于目标跟踪的移动侦测方法, 其特征在于, 所述步骤S16中的移动目标移动的最大距离计算公式如下:

$$\text{distance} = \max(\text{mdx}, \text{mdy})$$

$$\text{mdx} = \max(\text{OBJ}_n(i).x) - \min(\text{OBJ}_n(i).x)$$

$$\text{mdy} = \max(\text{OBJ}_n(i).y) - \min(\text{OBJ}_n(i).y)$$

阈值THRESHOLD4的取值范围是[24, 80], 单位是像素, 阈值THRESHOLD5的取值范围是[2, 10]。

## 一种基于目标跟踪的移动侦测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于视频摄像机监控和视频图像处理技术领域,尤其涉及一种基于目标跟踪的移动侦测方法。

### 背景技术

[0002] 移动侦测是一种摄像机新型监控技术,它也被称为运动检测技术。这种技术有较高的智能性,它能实时对比监控区域图像变化情况,一旦触发报警阈值时,就会自动报警。

[0003] 移动侦测方法主要可以分成三种类型:光流法(optical flow)、背景相减法(background subtraction)和时间差分法(temporal differencing)。光流法可以提取出物体和图像背景发生相对运动形成的光流矢量,从而得知完整的移动物体信息,该方法准确性高,但是计算量大,不易于实时性的应用,此外对噪声非常敏感,只能用于一些高级的摄像机。背景相减法首先基于历史图像建立一个背景图像模型,然后利用当前图像与背景图像的差分检测出运动区域,该方法计算量已经大幅降低,但仍然不能应用于低性能的摄像机,且对光线敏感。时间差分法,也叫帧差法,是对连续的图像序列中的两个或三个相邻帧做差,将结果阈值化来提取图像中的运动区域,该方法易于实现,计算量低,实时性高,被广泛应用在一些小体积、可携带、轻便式的家庭智能摄像机上,但是该方法对移动物体容易造成内部破碎,不容易提取出完整的移动物体信息,且对光线敏感。

[0004] 综上所述,目前的移动侦测存在以下问题:光线变化较大引起的误报,如室内开、关灯引起的光线骤变等;图像噪声引起的误报,如光照程度一般时,例如清晨和傍晚时分等;无关因素引起的误报,如风吹草动等无意义且细小的变化;算法准确性与实时性不平衡;现有方法均没有对检测到的移动目标进行跟踪处理。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种基于目标跟踪的移动侦测方法,旨在解决没有对检测到的移动目标进行跟踪处理的技术问题。

[0006] 本发明是这样实现的,一种基于目标跟踪的移动侦测方法,所述移动侦测方法包括以下步骤:

[0007] S01、获取一帧图像 $F_{n-1}$ ,对 $F_{n-1}$ 进行灰度提取,得到灰度图 $G_{n-1}$ ,对 $G_{n-1}$ 进行缩小m倍处理,得到缩小后的灰度图 $G_{n-1}^m$ ;

[0008] S02、与 $F_{n-1}$ 相隔时间t后,获取下一帧图像 $F_n$ ,对 $F_n$ 进行灰度提取,得到灰度图 $G_n$ ,对 $G_n$ 进行缩小m倍处理,得到缩小后的灰度图 $G_n^m$ ;

[0009] S03、对 $G_{n-1}^m$ 与 $G_n^m$ 做差操作并得到差值图 $S_n$ ;

[0010] S04、对 $S_n$ 做基于阈值THRESHOLD1和阈值THRESHOLD2的二值化操作得到二值图像 $B1_n$ 和 $B2_n$ ;

[0011] S05、对 $B1_n$ 进行中值滤波操作得到二值图像 $B1_n(m)$ ;

- [0012] S06、对 $B1_n(m)$ 进行高斯金字塔下采样操作得到二值图 $B1_n(md)$ ；
- [0013] S07、对 $B1_n(md)$ 进行一次腐蚀操作，得到二值图像 $B1_n(mdd)$ ；
- [0014] S08、对 $B1_n(mdd)$ 进行高斯金字塔上采样操作，得到二值图 $B1_n(mddu)$ ；
- [0015] S09、遍历二值图像 $B1_n(mddu)$ ，统计不为零的像素，提取移动区域集合 $A_n(a1, a2, \dots)$ ；
- [0016] S10、对移动区域集合 $A_n(a1, a2, \dots)$ 进行过滤操作，当某个移动区域 $A_n(i)$ 的宽 $w$ 和高 $h$ 满足设定条件则保留 $A_n(i)$ ，并进入下一步骤，否则删除 $A_n(i)$ ；
- [0017] S11、对满足步骤S10的移动区域 $A_n(i)$ 结合二值图像 $B2_n$ 进行平均亮度的统计brightness，如果满足 $\text{brightness} > \text{THRESHOLD3}$ ，则保留 $A_n(i)$ ，否则删除 $A_n(i)$ ；
- [0018] S12、根据步骤S10和步骤S11过滤后得到移动区域集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ ，结合灰度图 $G_n^m$ 统计出每个移动区域对应的直方图 $h$ ，形成直方图集合 $H_n(h1, h2, \dots)$ ；
- [0019] S13、对当前循环得到的移动区域集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ 与上一次循环得到的移动集合 $A'_{n-1}(a1, a2, \dots)$ 做重叠率计算 $OLR_{ij}$ ，如果 $OLR_{ij} > r$ ，初步确定到 $A'_n(i)$ 与 $A'_{n-1}(j)$ 是有关联的；
- [0020] S14、对 $A'_n(a1, a2, \dots)$ 与 $A'_{n-1}(a1, a2, \dots)$ 所有满足步骤S13的 $A'_n(i)$ 和 $A'_{n-1}(j)$ 做直方图比较得出 $cp_{ij}$ ，最终形成集合 $CP(cp_{11}, cp_{12}, \dots)$ ；
- [0021] S15、在集合 $CP(cp_{11}, cp_{12}, \dots)$ 找出最大值 $cp_{ij}^{\max}$ ，则认为 $A'_n(i)$ 与 $A'_{n-1}(j)$ 是同一个移动目标，更新移动区域信息；
- [0022] S16、遍历移动目标集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ 中每个移动目标 $A'_n(i)$ 的历史移动轨迹信息 $OBJ_n(i)$ ，当移动目标移动的最大距离 $\text{distance} > \text{THRESHOLD4}$ ，且 $OBJ_n(i)$ 包含的历史移动区域信息的个数 $\text{num} > \text{THRESHOLD5}$ ，则认为该移动目标为侦测到的移动目标，输出移动区域的矩形框和速度方向；
- [0023] S17、判断是否结束侦测，若是，结束侦测；否则，将当前图像 $F_n$ 作为图像 $F_{n-1}$ ，将灰度图 $G_n^m$ 作为 $G_{n-1}^m$ ，转至步骤S2继续执行。
- [0024] 本发明的进一步技术方案是：所述步骤S02中的时间阈值 $t$ 的取值范围是 $[70, 200]$ 毫秒。
- [0025] 本发明的进一步技术方案是：所述步骤S04中的二值化操作定义为：
- [0026] 
$$S(i, j) = \begin{cases} 0 & B(i, j) < \text{THRESHOLD} \\ 255 & B(i, j) \geq \text{THRESHOLD} \end{cases}$$
- [0027] 阈值 $\text{THRESHOLD1}$ 的取值范围是 $[20, 30]$ ，阈值 $\text{THRESHOLD2}$ 的取值范围是 $[30, 40]$ ，且 $\text{THRESHOLD2} > \text{THRESHOLD1}$ 。对 $S_n$ 基于阈值 $\text{THRESHOLD2}$ 做一次二值化操作， $\text{THRESHOLD2}$ 需要满足 $\text{THRESHOLD2} > \text{THRESHOLD1}$ 。
- [0028] 本发明的进一步技术方案是：所述步骤S05中的中值滤波的核size的取值范围是 $[3, 5]$ 。
- [0029] 本发明的进一步技术方案是：所述步骤S10中的移动区域 $A_n(i)$ 的宽 $w$ 和高 $h$ 需要满足以下条件：
- [0030]  $\min w < A_n(i) . w < \max w$
- [0031]  $\min h < A_n(i) . h < \max h$ 。

[0032] 本发明的进一步技术方案是:所述minw和minh的取值范围均是[6,30],maxw的取值范围是 $[0.8*B1_n.width, B1_n.width]$ ,maxy的取值范围是 $[0.8*B1_n.height, B1_n.height]$ 。

[0033] 本发明的进一步技术方案是:所述步骤S11中的平均亮度计算公式为

$$[0034] \quad \text{brightness} = \sum_{i=A.minx, j=A.miny}^{i=A.maxx, j=maxy} B2n(i, j) / (A.w * A.h),$$

[0035] 阈值THRESHOLD3的取值范围是[0,10]。其中A是移动区域,A.minx是移动区域的水平方向坐标最小值,A.miny是移动区域的垂直方向坐标最小值,A.maxx是移动区域的水平方向坐标最大值,A.maxy是移动区域的垂直方向坐标最大值,A.w是移动区域的宽度,A.h是移动区域的高度。

[0036] 本发明的进一步技术方案是:所述步骤S12中的直方图统计公式如下:

$$[0037] \quad h(G_n^m(x, y)) = h(G_n^m(x, y)) + 1$$

[0038] 其中, $A.minx < x < A.maxx, A.miny < y < A.maxy$ ,  $G_n^m(x, y)$ 即为移动区域对应灰度图  $G_n^m$  里的像素值。

[0039] 本发明的进一步技术方案是:所述步骤S13中的两个移动区域的重叠率计算公式如下:

$$[0040] \quad OLR_{ij} = mx * my * 2 / (A_i.area + A_j.area)$$

$$[0041] \quad mx = \min(A_i.maxx, A_j.maxx) - \max(A_i.minx, A_j.minx)$$

$$[0042] \quad my = \min(A_i.maxy, A_j.maxy) - \max(A_i.miny, A_j.miny)$$

$$[0043] \quad A_i.area = A_i.width * A_i.height$$

$$[0044] \quad A_j.area = A_j.width * A_j.height$$

[0045] 阈值r的取值范围是[0,0.5]。

[0046] 本发明的进一步技术方案是:所述步骤S14中的两个直方图比较公式如下:

$$[0047] \quad cp_{ij} = \sum_{k=1}^{255} \min(h_i(k), h_j(k))。$$

[0048] 本发明的进一步技术方案是:所述步骤S15中的更新移动区域信息包括移动目标的矩形框和速度:

$$[0049] \quad A'_{n-1}(j) = \text{UPDATE\_RATE} * A'_n(i) + (1 - \text{UPDATE\_RATE}) * A'_{n-1}(j)$$

$$[0050] \quad A'_n(i).spx = (A'_n(i).x + A'_n(i).width/2) - (A'_{n-1}(j).x + A'_{n-1}(j).width/2)$$

$$[0051] \quad A'_n(i).spx = (A'_n(i).y + A'_n(i).height/2) - (A'_{n-1}(j).y + A'_{n-1}(j).height/2)$$

$$[0052] \quad A'_{n-1}(i).spx = \text{UPDATE\_RATE} * A'_n(i).spx + (1 - \text{UPDATE\_RATE}) * A'_{n-1}(i).spx$$

$$[0053] \quad A'_{n-1}(i).spx = \text{UPDATE\_RATE} * A'_n(i).spx + (1 - \text{UPDATE\_RATE}) * A'_{n-1}(i).spx$$

[0054] 其中,平滑因子UPDATE\_RATE的取值范围是[0.2,0.8]。

[0055] 本发明的进一步技术方案是:所述步骤S16中的移动目标移动的最大距离计算公式如下:

$$[0056] \quad \text{distance} = \max(\text{mdx}, \text{mdy})$$

$$[0057] \quad \text{mdx} = \max(\text{OBJ}_n(i).x) - \min(\text{OBJ}_n(i).x)$$

$$[0058] \quad \text{mdy} = \max(\text{OBJ}_n(i).y) - \min(\text{OBJ}_n(i).y)$$

[0059] 阈值THRESHOLD4的取值范围是[24,80],单位是像素,阈值THRESHOLD5的取值范围是[2,10]。

[0060] 本发明的有益效果是：采用双阈值帧差法，双阈值一高一低，可以有效的解决现有方法不容易提取出完整移动物体信息的问题；另外，本发明加入跟踪算法，对移动目标建立历史轨迹信息，有效的解决现有方法由于光线骤变以及一些风吹草动引起的误报；本发明采用了中值滤波和腐蚀操作，有效的解决现有方法由于图像噪声引起的误报；本发明具有较低的运算复杂度，对内存和CPU等硬件资源要求较低，可实施性强。

## 附图说明

[0061] 图1是本发明实施例提供的基于目标跟踪的移动侦测方法的流程图。

## 具体实施方式

[0062] 如图1所示，本发明提供的基于目标跟踪的移动侦测方法，其详述如下：

[0063] 步骤S01，获取一帧图像 $F_{n-1}$ ，对 $F_{n-1}$ 进行灰度提取，得到灰度图 $G_{n-1}$ ，对 $G_{n-1}$ 进行缩小m倍处理，得到缩小后的灰度图 $G_{n-1}^m$ ；在本发明实施例中，将缩小倍数m设为4。缩小倍数m还可根据实际图像分辨率来设定。经实验，缩小后图像的分辨率应该大于 $100*100$ ，可以降低检测复杂度，同时保证检测准确性。完成步骤S01后，进入S02等待下一帧图像处理。

[0064] 步骤S02，与 $F_{n-1}$ 相隔时间t后，获取下一帧图像 $F_n$ ，对 $F_n$ 进行灰度提取，得到灰度图 $G_n$ ，对 $G_n$ 进行缩小m倍处理，得到缩小后的灰度图 $G_n^m$ ；若当前时间与步骤S01相隔时间超过或等于时间t，则获取下一帧图像 $F_n$ ，对 $F_n$ 进行灰度提取，得到灰度图 $G_n$ ，对 $G_n$ 进行缩小m倍处理，得到缩小后的灰度图 $G_n^m$ ；否则继续等待。在本发明中，时间阈值t的取值范围是[70, 200]，单位是毫秒。时间阈值t还可根据实际使用情况或实验来设定。经实验，在本发明实施例中，t设置为125毫秒，可以降低检测复杂度，同时保证检测准确性。完成步骤S02后，进入S03对两幅图像进行差值运算。

[0065] 步骤S03，对 $G_{n-1}^m$ 与 $G_n^m$ 做差操作并得到差值图 $S_n$ ；对 $G_{n-1}^m$ 与 $G_n^m$ 做差操作，得到差值图 $S_n$ 。在本发明实施例中，做差操作定义为：

$$[0066] \quad S_n(i,j) = |G_{n-1}^m(i,j) - G_n^m(i,j)|$$

[0067] 完成差值运算后，进入S04对差值图进行二值化。

[0068] 步骤S04，对 $S_n$ 做基于阈值THRESHOLD1和阈值THRESHOLD2的二值化操作得到二值图像 $B1_n$ 和 $B2_n$ ；在本发明实施例中，所述的二值化操作定义为：

$$[0069] \quad S(i,j) = \begin{cases} 0 & B(i,j) < \text{THRESHOLD} \\ 255 & B(i,j) \geq \text{THRESHOLD} \end{cases}$$

[0070] 所述的阈值THRESHOLD1的取值范围是[20, 30]，所述的阈值THRESHOLD2的取值范围是[30, 40]，且 $\text{THRESHOLD2} > \text{THRESHOLD1}$ 。阈值THRESHOLD1的取值较低是为了能有提取更完整的移动目标信息，防止内部破碎等情况，而阈值THRESHOLD2的取值较高是为了过滤一些灰度与背景相近的移动目标，如阴影、倒影等。完成二值化操作后，进入步骤S05、06、07、08对 $B1_n$ 进行处理，而 $B2_n$ 将用于步骤S08中的平均亮度计算。

[0071] 步骤S05、06、07、08，对 $B1_n$ 进行中值滤波操作得到二值图像 $B1_n(m)$ ；对 $B1_n(m)$ 进行高斯金字塔下采样操作得到二值图 $B1_n(md)$ ；对 $B1_n(md)$ 进行一次腐蚀操作，得到二值图像

$B1_n(mdd)$ ;对 $B1_n(mdd)$ 进行高斯金字塔上采样操作,得到二值图 $B1_n(mddu)$ ;将对二值图像 $B1_n$ 进行核大小为size的中值滤波操作、参数为GAUSSIAN\_5x5的高斯金字塔下采样操作、一次腐蚀操作以及参数为GAUSSIAN\_5x5的高斯金字塔上采样操作,得到处理后的二值图像 $B1_n(mddu)$ 。对图像进行中值滤波时,可采用现有的中值滤波算法来进行。在本发明实施例中,size的取值范围是[3,5],可根据实际使用情况或实验来设定;对图像进行高斯金字塔下采样操作时,可采用现有的高斯金字塔下采样算法来进行,高斯核大小为5x5;对图像进行腐蚀操作时,可采用现有的腐蚀算法来进行;对图像进行高斯金字塔上采样操作时,可采用现有的高斯金字塔上采样算法来进行,高斯核大小为5x5。处理完后,进入步骤S09对 $B1_n(mddu)$ 进行前景提取。

[0072] 步骤S09,遍历二值图像 $B1_n(mddu)$ ,统计不为零的像素,提取移动区域集合 $A_n(a1, a2, \dots)$ ;在本发明实施例中,提取移动区域信息可采用现有的前景提取算法进行。前景提取完之后,进入步骤S10对移动区域集合做初步的筛选。

[0073] 步骤S10、对移动区域集合 $A_n(a1, a2, \dots)$ 进行过滤操作,当某个移动区域 $A_n(i)$ 的宽 $w$ 和高 $h$ 满足设定条件则保留 $A_n(i)$ ,并进入下一步骤,否则删除 $A_n(i)$ ;将对移动区域集合 $A_n(a1, a2, \dots)$ 中的每个移动区域大小进行过滤操作,当某个移动区域 $A_n(i)$ 的宽 $width$ 和高 $height$ 满足设定条件,则保留 $A_n(i)$ ,并进行下一步判断,否则删除 $A_n(i)$ 。在本发明实施例中, $minw$ 和 $minh$ 的取值范围均是[6 30], $maxw$ 的取值范围是 $[0.8*B1_n.width, B1_n.width]$ , $maxy$ 的取值范围是 $[0.8*B1_n.height, B1_n.height]$ ,可根据实际使用需求而定。初步筛选完之后,进入步骤S11做进一步的筛选。

[0074] 步骤S11,对满足步骤S10的移动区域 $A_n(i)$ 结合二值图像 $B2_n$ 进行平均亮度的统计**brightness**,如果满足**brightness**>THRESHOLD3,则保留 $A_n(i)$ ,否则删除 $A_n(i)$ ;将对满足步骤S11的移动区域 $A_n(i)$ ,在 $B2_n$ 上进行平均亮度**brightness**的计算和判断,如果平均亮度大于THRESHOLD3,则认为 $A_n(i)$ 与背景有明显的区别,是移动目标,需要保留,否则删除 $A_n(i)$ 。在本发明实施例中,阈值THRESHOLD3的取值范围是[0 10],THRESHOLD3取值越高,过滤一些阴影、倒影误报的效果越好,但也可能会引起一些漏报。对满足条件的移动区域,进入步骤S12开始进行关联跟踪。

[0075] 步骤S12,根据步骤S10和步骤S11过滤后得到移动区域集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ ,结合灰度图 $G_n^m$ 统计出每个移动区域对应的直方图 $h$ ,形成直方图集合 $H_n(h1, h2, \dots)$ ;对经过步骤S10和S11过滤后的移动区域集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ ,在灰度图 $G_n^m$ 上统计出每个移动区域对应的直方图 $h$ ,直方图统计能在一定程度上描述了图像的特征,用于步骤S14中,两个移动区域相似度的对比计算。直方图统计完之后,进入步骤S13进行关联跟踪的初步判断。

[0076] 步骤S13,对当前循环得到的移动区域集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ 与上一次循环得到的移动集合 $A'_{n-1}(a1, a2, \dots)$ 做重叠率计算 $OLR_{ij}$ ,如果 $OLR_{ij}>r$ ,初步确定到 $A'_n(i)$ 与 $A'_{n-1}(j)$ 是有关联的;对当前循环得到的移动区域集合 $A'_n(a1, a2, \dots)$ 与上一次循环的移动集合 $A'_{n-1}(a1, a2, \dots)$ 做重叠率计算 $OLR_{ij}$ ,如果 $OLR_{ij}>r$ ,初步确定到 $A'_n(i)$ 与 $A'_{n-1}(j)$ 是有关联的,它们可能是同一个移动目标,进入步骤S11,进行相似度计算;如果 $A'_n(i)$ 与集合 $A'_{n-1}(a1, a2, \dots)$ 所有的移动区域都没有关联,则认为是新目标,将进行步骤S15。在本发明实施例中, $r$ 的取值范围是[0,0.5],可根据实际使用情况或实验设定, $r$ 值越大,对于移动速度太快的



目标跟踪成功率会越低。

[0077] 步骤S14,对 $A'_n(a_1, a_2, \dots)$ 与 $A'_{n-1}(a_1, a_2, \dots)$ 所有满足步骤S13的 $A'_n(i)$ 和 $A'_{n-1}(j)$ 做直方图比较得出 $cp_{ij}$ ,最终形成集合 $CP(cp_{i_1}, cp_{i_2}, \dots)$ ;将对 $A'_n(a_1, a_2, \dots)$ 与 $A'_{n-1}(a_1, a_2, \dots)$ 中所有有关联的组合进行相似度计算,即重叠率大于 $r$ 的 $A'_n(i)$ 和 $A'_{n-1}(j)$ 做直方图比较,得出 $cp_{ij}$ ,形成集合 $CP(cp_{i_1}, cp_{i_2}, \dots)$ ,最终找出最大值 $cp_{ik}^{max}$ ;则认为 $A'_n(i)$ 与 $A'_{n-1}(k)$ 是同一个移动目标,进行步骤S15。直方图对比计算能提高目标跟踪的准确率。

[0078] 步骤S15,在集合 $CP(cp_{i_1}, cp_{i_2}, \dots)$ 找出最大值 $cp_{ij}^{max}$ ,则认为 $A'_n(i)$ 与 $A'_{n-1}(j)$ 是同一个移动目标,更新移动区域信息;将对移动目标的历史信息进行更新,对于有最新移动信息的移动目标进行一个带平滑处理的更新;对于没有最新移动信息的移动目标,进行统计,超过一定时间 $t_1$ 后,仍然没有该目标的最新移动信息,则认为目标已经静止或着消失,删除该目标的所有信息;对于首次出现的移动目标,则建立其历史信息;在本发明实施例中,保存的移动目标的历史信息长度取值范围是 $[3\ 6]$ ,单位是秒;在本发明实施例中,平滑因子UPDATE\_RATE的取值范围是 $[0.20.8]$ ,UPDATE\_RATE取值越小,移动目标的历史轨迹越稳定,可以在一定程度上减弱误跟踪引起的不良影响;UPDATE\_RATE取值越大,移动目标信息的跟新越及时,可以在一定程度上提高移动侦测的灵敏度;可根据实际使用情况或实验设定。步骤S15处理完之后,进入S16进行移动目标历史信息分析。

[0079] 步骤S16,遍历移动目标集合 $A'_n(a_1, a_2, \dots)$ 中每个移动目标 $A'_n(i)$ 的历史移动轨迹信息 $OBJ_n(i)$ ,当移动目标移动的最大距离 $distance > THRESHOLD4$ ,且 $OBJ_n(i)$ 包含的历史移动区域信息的个数 $num > THRESHOLD5$ ,则认为该移动目标为侦测到的移动目标,输出移动区域的矩形框和速度方向;对现有的移动目标历史信息进行分析,当移动目标在统计时间段内移动的最大距离大于 $THRESHOLD4$ ,且 $OBJ_n(i)$ 包含的历史移动区域信息的个数大于 $THRESHOLD5$ ,即该移动目标移动持续一段时间,则认为该目标为侦测到的移动目标,输出移动区域的矩形框和速度方向。在本发明实施例中,阈值 $THRESHOLD4$ 的取值范围是 $[24\ 80]$ ,单位是像素,阈值 $THRESHOLD5$ 的取值范围是 $[2\ 10]$ , $THRESHOLD4$ 和 $THRESHOLD5$ 的取值越大,则需要目标移动的距离越大和持续时间越长,则侦测的灵敏度越低,这样可以有效消除光线剧变以及不明因素引起的短暂移动的误报;反之,可以提高侦测的灵敏度,可根据实际使用情况或实验设定。完成步骤S16后,进入步骤S17,判断是否结束侦测。

[0080] 步骤S17,判断是否结束侦测,若是,结束侦测;否则,将当前图像 $F_n$ 作为图像 $F_{n-1}$ ,将灰度图 $G_n^m$ 作为 $G_{n-1}^m$ ,转至步骤S2继续执行。

[0081] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

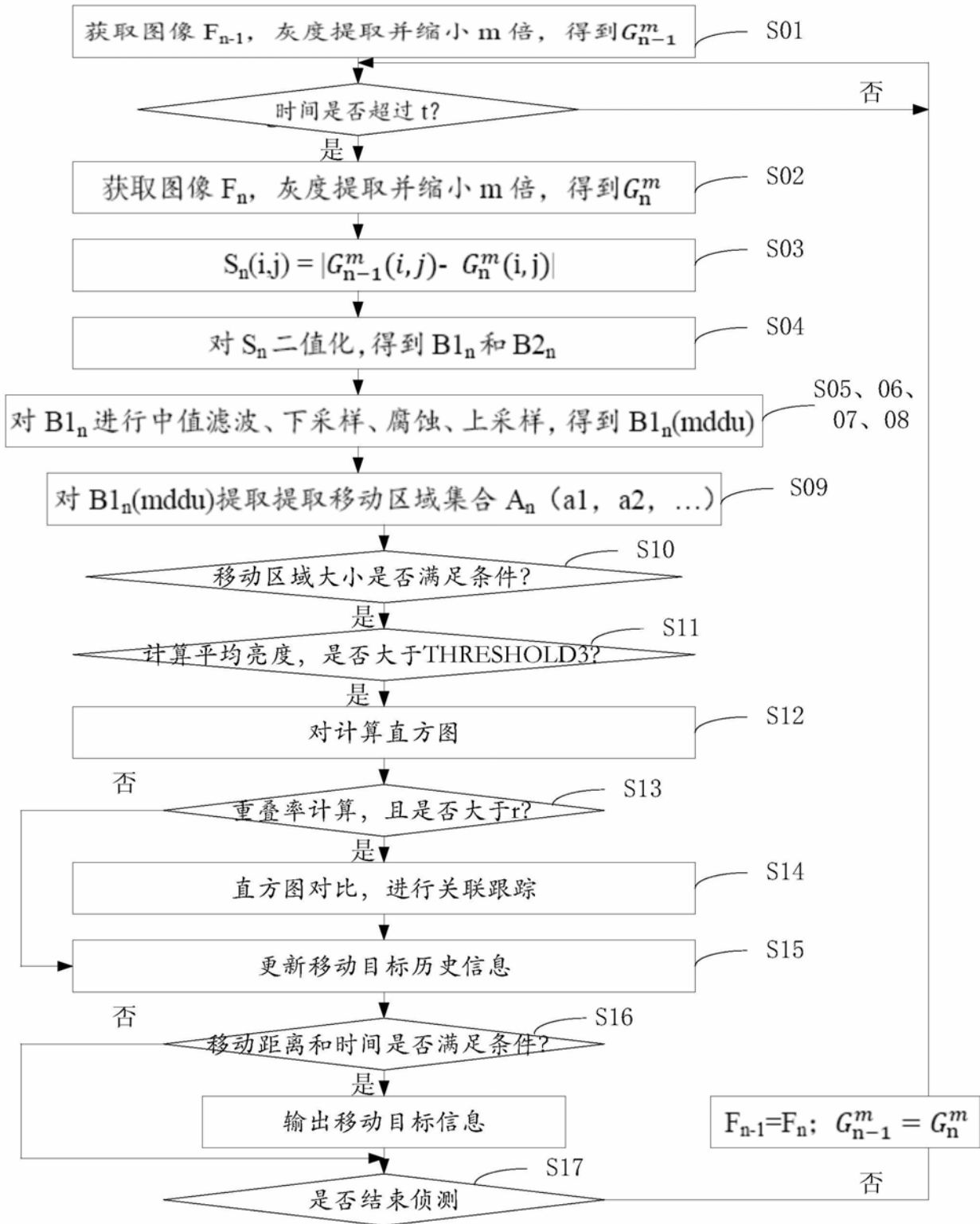


图1