



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109035296 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810686019.4

(22)申请日 2018.06.28

(71)申请人 西安理工大学

地址 710048 陕西省西安市金花南路5号

(72)发明人 胡辽林 田娟娟

(74)专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 王奇

(51) Int. Cl.

G06T 7/215(2017.01)

G06T 5/00(2006.01)

G06T 7/136(2017.01)

G06T 7/194(2017.01)

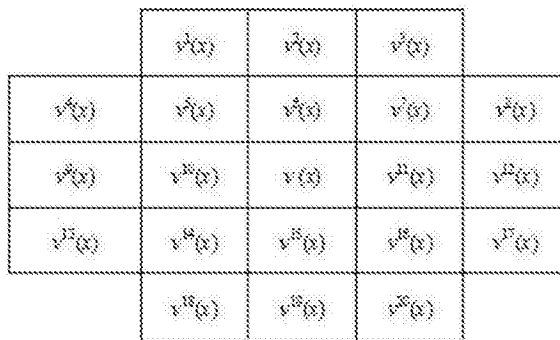
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

## (54)发明名称

一种改进的视频中运动物体检测方法

## (57)摘要

本发明公开了一种改进的视频中运动物体检测方法,步骤包括:1)背景模板初始化,统计像素x的邻域某像素被重复采样至背景样本集的次数;某像素的统计次数超过3次,若该像素被再次采集到,则直接将x位置的像素保存到模板样本中,不再将该像素保存至背景模板;2)像素分类,使用动态分类阈值R,利用帧间差分法得到差分图像D(x,y),使用最大类间差法计算差分图像的分割阈值t,该阈值t作为动态分类阈值R;3)背景模型更新;4)加入前景像素点生命长度。本发明的方法,检测的运动物体轮廓更加完整清晰。能够有效抑制“鬼影”现象。



1. 一种改进的视频中运动物体检测方法,其特征在於,按照以下步骤实施:

步骤1:背景模板初始化

当待检测像素与背景模板匹配时,判定其为背景点,否则为运动点,

首先建立n帧空背景样本集,该空背景样本集与原图像大小一致,随机采样保存到每个像素对应的背景样本集;

采用 $v(x)$ 表示像素x的像素值, $v_i$ 表示该位置第i个背景样本,则位置x的n个背景样本集为 $M(x)$ ,其中 $M(x) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ;

在背景模型初始化过程中,统计像素x的邻域某像素被重复采样至背景样本集的次数;某像素的统计次数超过3次,若该像素被再次采集到,则直接将x位置的像素保存到模板样本中,不再将该像素保存至背景模板;

步骤2:像素分类

使用动态分类阈值R,利用帧间差分法得到差分图像 $D(x, y)$ ,使用最大类间差法计算差分图像的分割阈值t,该阈值t作为动态分类阈值R;

步骤3:背景模型更新

当像素 $v(x)$ 被判定为背景像素,则随机选择样本 $M(x)$ 中的一个样本值,将该样本值用 $v(x)$ 替换;为了保持像素领域空间一致性,在对 $v(x)$ 的背景样本更新时,用同样方法对 $v(x)$ 邻域像素的背景样本进行更新;

步骤4:加入前景像素点生命长度

对一个已判定为前景像素的像素点,保存该像素点的时间信息;若该像素的时间信息超过设定的时间期限,认为该像素是被错误判为前景像素,则将其加入背景的随机更新之中。

2. 根据权利要求1所述的改进的视频中运动物体检测方法,其特征在於:所述的步骤1中,n值取20,即从首帧图像每个像素的21邻域随机采样。

## 一种改进的视频中运动物体检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于视频分析技术领域,涉及一种改进的视频中运动物体检测方法。

### 背景技术

[0002] 现代科技中计算机视觉发展迅速,而运动物体检测成为计算机视觉的热点研究方向。运动物体检测应用广泛,在航天、智能交通、安防监控等均有应用。如在智能监控中,监控系统能够对采集的视频进行分析,对视频中的人物自动检测、归类或警示等,能减少人力、物力资源的消耗,提高监控的质量,故研究鲁棒性好的检测方法具有重要意义。

[0003] 常用运动物体检测算法包括帧间差分法、光流法以及背景差分法。帧间差分法原理简单,但存在明显的不足,就是只能提取运动物体的边界,不能得到运动物体的完整区域。光流法在实际应用中需要解光流方程,并且需要满足一定的假设条件,计算量比较大,故应用较少。背景差分法则是建立背景图像,通过当前帧与背景模型相匹配得到运动区域,能准确检测运动物体,但对背景建模要求较高,既要准确构建背景模型而且要求随时间自动更新。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提出一种改进的视频中运动物体检测方法,解决了原技术中只能提取运动物体的边界,不能得到运动物体的完整区域、或者计算量比较大、或者背景建模要求较高的问题。

[0005] 本发明所采用的技术方案是,一种改进的视频中运动物体检测方法,按照以下步骤实施:

[0006] 步骤1:背景模板初始化

[0007] 当待检测像素与背景模板匹配时,判定其为背景点,否则为运动点,

[0008] 首先建立n帧空背景样本集,该空背景样本集与原图像大小一致,随机采样保存到每个像素对应的背景样本集;

[0009] 采用 $v(x)$ 表示像素x的像素值, $v_i$ 表示该位置第i个背景样本,则位置x的n个背景样本集为 $M(x)$ ,其中 $M(x) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ;

[0010] 在背景模型初始化过程中,统计像素x的邻域某像素被重复采样至背景样本集的次数;某像素的统计次数超过3次,若该像素被再次采集到,则直接将x位置的像素保存到模板样本中,不再将该像素保存至背景模板。

[0011] 步骤2:像素分类

[0012] 使用动态分类阈值R,利用帧间差分法得到差分图像 $D(x, y)$ ,使用最大类间差法计算差分图像的分割阈值t,该阈值t作为动态分类阈值R;

[0013] 步骤3:背景模型更新

[0014] 当像素 $v(x)$ 被判定为背景像素,则随机选择样本 $M(x)$ 中的一个样本值,将该样本值用 $v(x)$ 替换;为了保持像素领域空间一致性,在对 $v(x)$ 的背景样本更新时,用同样方法对

$v(x)$  邻域像素的背景样本进行更新;

[0015] 步骤4:加入前景像素点生命长度

[0016] 对一个已判定为前景像素的像素点,保存该像素点的时间信息;若该像素的时间信息超过设定的时间期限,认为该像素是被错误判为前景像素,则将其加入背景的随机更新之中。

[0017] 本发明的技术效果是:

[0018] 1) 本发明基于ViBe算法的思想,是对ViBe (visual background extractor) 算法的改进,利用图像序列中首帧图像建立模型,因此能快速检测运动物体。通过对原算法进行三点改进,采用改进之后的ViBe算法,检测的运动物体轮廓更加完整清晰。

[0019] 2) ViBe算法将物体检测看作分类问题,对于当前图像中每个像素,判断一个像素是前景像素或背景像素,主要根据该像素与样本集的交集个数。同时由于采用像素生命长度机制,能够有效抑制“鬼影”现象。

[0020] 3) 本发明方法使用中值滤波、闭运算操作对检测的目标进行后期处理,使检测物体轮廓完整,并且减少背景噪声点。

## 附图说明

[0021] 图1为原ViBe算法的8邻域采样范围;

[0022] 图2为本发明改进的ViBe算法采用的20邻域采样范围;

[0023] 图3为原ViBe算法像素分类原理;

[0024] 图4为改进ViBe算法像素分类原理;

[0025] 图5为PETS2006第942帧重复次数统计对比,其中图5a为原图,图5b为原ViBe算法统计处理结果,图5c为本发明改进的ViBe算法统计处理结果;

[0026] 图6为Highway第420帧图像检测结果,其中图6a为原图,图6b为原ViBe算法处理结果,图6c为本发明改进的ViBe算法处理结果;

[0027] 图7为Intelligentroom第106图像帧检测结果,其中图7a为原图,图7b为原ViBe算法处理结果,图7c为本发明改进的ViBe算法处理结果;

[0028] 图8为Laboratory第110帧图像检测结果,其中图8a为原图,图8b为原ViBe算法处理结果,图8c为本发明改进的ViBe算法处理结果;

[0029] 图9为PETS2006第655帧图像检测结果,其中图9a为原图,图9b为原ViBe算法处理结果,图9c为本发明改进的ViBe算法处理结果;

[0030] 图10为HighwayII第171帧“鬼影”消除对比,其中图10a为原图,图10b为原ViBe算法处理结果,图10c为本发明改进的ViBe算法处理结果。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合附图和实施方式对本发明进行详细说明。

[0032] 本发明所有附图中的视频图像均来源于标准运动物体检测集(公开的视频数据库)。

[0033] 原ViBe算法主要包括三个部分:

[0034] 1) 背景模型初始化。ViBe算法利用视频首帧图像进行背景模型初始化。在建立背

景模型时,首先建立 $n$ 帧空背景样本集,该空背景样本集尺寸与原视频图像一致。如图1所示为像素的八邻域模型示意图。

[0035] 从首帧图像每个像素点的八邻域,随机选择像素保存到空背景样本集中,其中 $v(x)$ 表示图像中像素 $x$ 灰度值;采用 $v_i$ 表示第 $i$ 个样本,在 $x$ 位置处 $n$ 个背景样本集表示为 $M(x) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ 。

[0036] 2) 像素分类。

[0037] 如图3所示为原ViBe算法像素分类示意图。定义 $S_R(v(x))$ 表示以 $v(x)$ 为中心、半径为 $R$ 的球体;计算 $v(x)$ 与 $M(x)$ 中 $n$ 个样本的欧氏距离,若 $v(x)$ 与 $M(x)$ 的交集个数满足给定的阈值个数,则判定 $v(x)$ 是背景像素,否则判定 $v(x)$ 是前景像素。

[0038] 3) 背景模型更新。在更新背景模型时, $v(x)$ 被判定为背景像素时,随机选择样本 $M(x)$ 中的一个样本值,将该样本值用 $v(x)$ 替换;为保证像素邻域空间一致性,在对 $v(x)$ 的背景样本更新时,用相同方法对 $v(x)$ 邻域像素的背景样本进行更新。

[0039] 本发明方法主要对原ViBe算法进行了三方面的改进,即改进1,对背景模板初始化的改进;改进2,扩大样本采样范围;改进3,采用动态阈值替换固定阈值。

[0040] 改进1具体内容为:

[0041] 原ViBe算法中,利用视频首帧图像建立背景模型,从 $x$ 位置的八邻域中随机重复采样20次,将采样结果保存到背景模型的样本集中。由于原算法背景样本集是从 $x$ 位置的八邻域像素随机采样,则有可能出现某些像素被重复采样多次,而某些像素则完全没被采样的现象,造成初始化背景模型样本重复,不能准确表示 $x$ 位置的背景模型。由于随机性,某个像素可能被多次保存到 $x$ 位置的背景样本空间,也可能多次被保存到 $x$ 邻域位置的背景样本空间,例如 $x+1$ 位置,导致初始化模板中像素的重复选取。

[0042] 本发明在原ViBe算法背景模型初始化时,加入样本采集次数统计,主要统计在 $x$ 位置的邻域,某个像素被重复保存到背景样本集的次数。当某个像素的统计次数超过3次,若继续采集样本,该像素再次被采集到,则直接将 $x$ 位置的像素保存到模板样本中,而不再将该像素保存至背景样本集中。

[0043] 改进2的具体内容为:

[0044] 原ViBe算法中背景模型初始化时,从 $x$ 位置的八邻域中随机采样,即从9个像素中重复采样20次,这样会造成样本重复选取,在像素分类时,错误分类几率上升。

[0045] 本发明改进后,从 $v(x)$ 的20邻域采样,如图2所示为20邻域模型。从21个像素中随机采样20次,有效避免像素重复采集,且减少内存及计算量。样本重复被选入背景模型中,虽然随着时间持续更新模型,可以将这种影响消除,但在最初检测时,会严重影响检测的准确性。因此扩大邻域的做法有利于提高运动物体检测的准确性。

[0046] 改进3的具体内容为:

[0047] 原ViBe算法中对一个像素 $v(x)$ 分类时,根据球体 $S_R(v(x))$ 与背景样本集 $M(x)$ 的交集个数来判定。求交集个数时,球体 $S_R(v(x))$ 的半径 $R$ 为固定值,比如原ViBe算法中取值为 $R=20$ ,即判断 $v(x)$ 与背景样本集 $M(x)$ 交集的阈值为定值,如图3所示。但在现实生活中,视频中背景复杂多变,根据经验设定的固定阈值 $R$ 并不能满足所有场合,会造成 $v(x)$ 的错误分类,导致运动物体检测不准确。故需要对原ViBe算法的固定阈值进行改进,使得算法能适应多种运动场景。

[0048] 本发明改进后,采用动态阈值 $R$ ,利用帧间差分法得到差分图像 $D(x,y)$ ,使用最大类间差法计算差分图像的分割阈值 $t$ ,将该阈值 $t$ 作为动态分类阈值 $R$ 。采用 $F(x,y)$ 表示当前帧图像, $f(x,y)$ 表示上一帧图像,本发明方法中的 $D(x,y)$ 由 $F(x,y)$ 与 $f(x,y)$ 作差分得到。

[0049] 基于上述的原理分析,本发明改进的视频中运动物体检测方法,按照以下步骤实施:

[0050] 步骤1:背景模板初始化

[0051] 本发明步骤是初始化背景模板的过程,当待检测像素与背景模板匹配时,判定其为背景点,否则为运动点。

[0052] 首先建立 $n$ 帧空背景样本集,该空背景样本集与原图像大小一致,在本步骤中 $n$ 值取20,如图2所示,从首帧图像每个像素的 $21$ 邻域,随机采样保存到每个像素对应的背景样本集;

[0053] 采用 $v(x)$ 表示像素 $x$ 的像素值, $v_i$ 表示该位置第 $i$ 个背景样本,则位置 $x$ 的 $n$ 个背景样本集为 $M(x)$ ,其中 $M(x) = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ ;

[0054] 在背景模型初始化过程中,统计像素 $x$ 的邻域某像素被重复采样至背景样本集的次数;某像素的统计次数超过3次,若该像素被再次采集到,则直接将 $x$ 位置的像素保存到模板样本中,不再将该像素保存至背景模板。

[0055] 图5a表示原图,图5b为未加重重复次数统计的检测结果,图5c表示本发明改进的加入重复次数统计的检测结果。从PETS2006数据集第932帧作为首帧进行检测,未加入样本采集次数判断时,在第942帧中并未检测到灰色标记的运动人物,如图5b所示。当按照本发明改进的加入样本采集次数统计时,可以建立较真实的背景样本集,在第942帧能检测到灰色标记的运动人物大致轮廓,如图5c所示。由实验结果对比可知,当加入样本重复次数统计时,能够快速、真实的建立起背景模型,使得检测结果准确,对于离镜头较远的运动目标也能够准确、快速检测出来。

[0056] 步骤2:像素分类

[0057] 如图2为原ViBe算法像素分类原理,定义 $S_R(v(x))$ 表示以 $v(x)$ 为中心,阈值 $R$ 为半径的球体。计算 $v(x)$ 与 $M(x)$ 中 $n$ 个样本的交集个数,若 $v(x)$ 与 $M(x)$ 的交集个数大于2,判定 $v(x)$ 是背景像素,否则判定 $v(x)$ 是前景像素;

[0058] 本发明步骤使用动态分类阈值 $R$ 代替原ViBe算法的固定分类阈值 $R$ ,利用帧间差分法得到差分图像 $D(x,y)$ ,使用最大类间差法计算差分图像的分割阈值 $t$ ,该阈值 $t$ 作为动态分类阈值 $R$ 。

[0059] 如图4为本发明步骤中像素分类原理,图中实线圆圈表示计算的动态分类阈值 $R$ 。从图4中可以看到,使用动态分类阈值时, $v(x)$ 与 $M(x)$ 的交集个数为3,而使用原ViBe算法 $v(x)$ 与 $M(x)$ 的交集个数为2。

[0060] 图6、图7、图8、图9为4组实验结果,其中图6a、图7a、图8a、图9a均表示原图,图6b、图7b、图8b、图9b均为各自原图对应的原ViBe算法检测结果,图6c、图7c、图8c、图9c均为各自原图对应的本发明改进的ViBe算法检测结果。由实验结果可知,原ViBe算法在检测运动目标时,由于采用固定分类阈值 $R$ ,在分类时可能将某些像素分类错误,在图6b、图7b、图8b、图9b中明显看到背景中有大量白色像素点,则是被分类错误的前景像素点。本发明步骤是利用帧间差分法得到动态阈值,能更好表示当前帧图像前景、背景的分割阈值,故本发明步

骤的效果更好,如图6c、图7c、图8c、图9c,检测轮廓更加清晰,检测结果背景干净。另外,观察Laboratory和PETS2006两组实验结果,也可以明显看到,改进后检测的物体轮廓更加准确,背景噪声少。

[0061] 步骤3:背景模型更新

[0062] 原ViBe算法在更新背景模型时,当像素 $v(x)$ 被判定为背景像素,则随机选择样本 $M(x)$ 中的一个样本值,将该样本值用 $v(x)$ 替换;为了保持像素领域空间一致性,在对 $v(x)$ 的背景样本更新时,用同样方法对 $v(x)$ 邻域像素的背景样本进行更新。

[0063] 步骤4:加入前景像素点生命长度

[0064] 对原ViBe算法加入“前景像素点生命长度”,该步骤是对一个已判定为前景像素的像素点,保存该像素点的时间信息;若该像素的时间信息超过设定的时间期限,认为该像素是被错误判为前景像素,则将其加入背景的随机更新之中。

[0065] 图10为消除“鬼影”实验对比结果。图10a为视频High way II的第171帧原图。原ViBe算法在检测运动物体时,第一帧产生的“鬼影”还明显存在,如图10b所示第171帧处理结果,灰色矩形框标记出来的就是原ViBe算法未消除的“鬼影”。本发明改进的ViBe算法由于使用前景像素点生命长度,在第171帧时,由首帧产生的鬼影已经基本消除干净,如图10c所示的第171帧处理结果,已经不存在图10b所示的灰色框内“鬼影”现象。

$v^1(x)$	$v^2(x)$	$v^3(x)$
$v^4(x)$	$v(x)$	$v^5(x)$
$v^6(x)$	$v^7(x)$	$v^8(x)$

图1

	$v^1(x)$	$v^2(x)$	$v^3(x)$	
$v^4(x)$	$v^5(x)$	$v^6(x)$	$v^7(x)$	$v^8(x)$
$v^9(x)$	$v^{10}(x)$	$v(x)$	$v^{11}(x)$	$v^{12}(x)$
$v^{13}(x)$	$v^{14}(x)$	$v^{15}(x)$	$v^{16}(x)$	$v^{17}(x)$
	$v^{18}(x)$	$v^{19}(x)$	$v^{20}(x)$	

图2

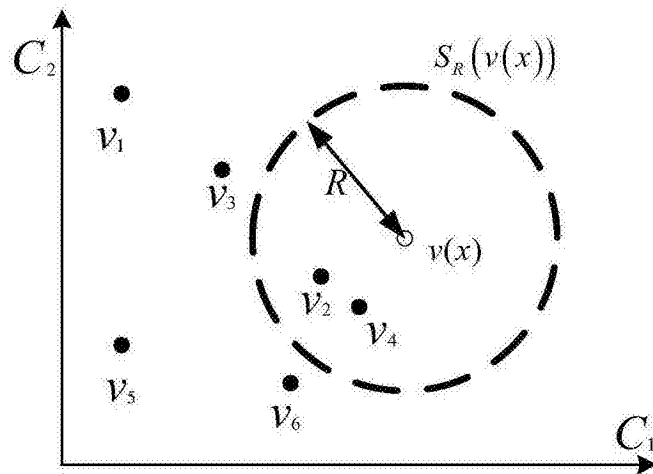


图3



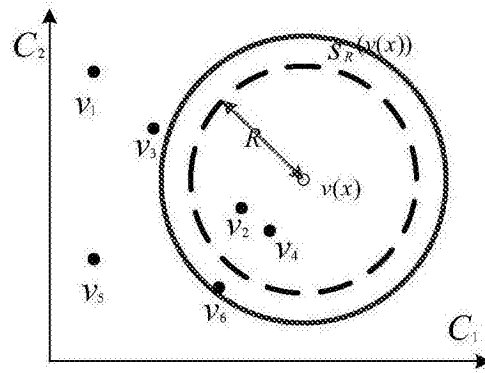


图4

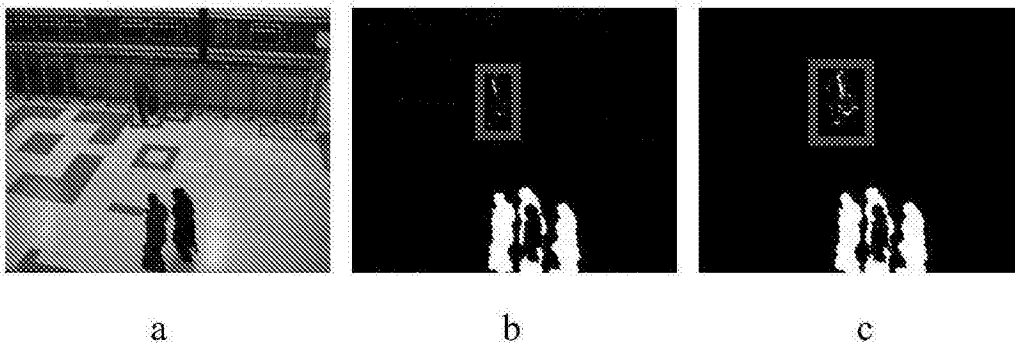


图5

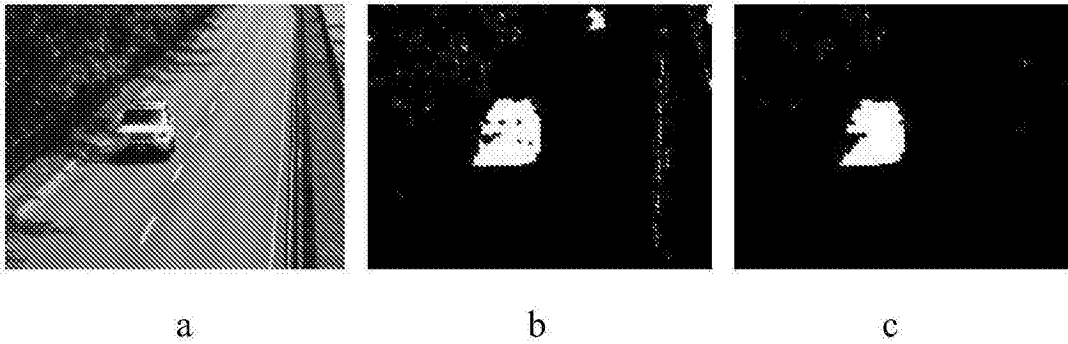


图6

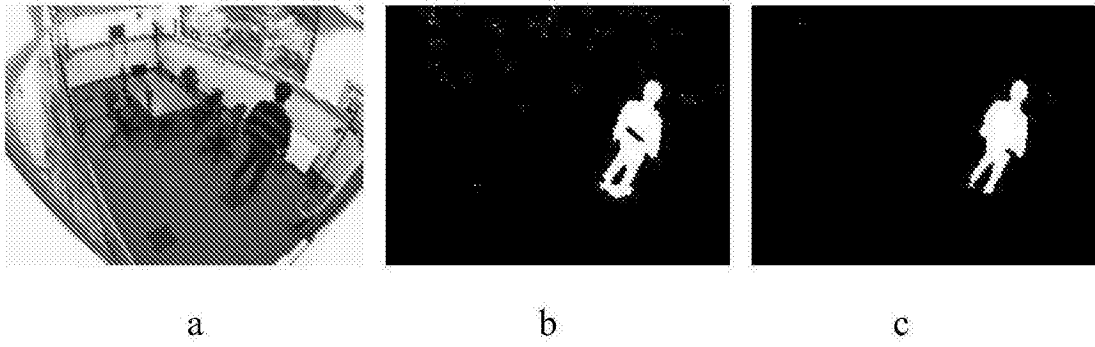


图7

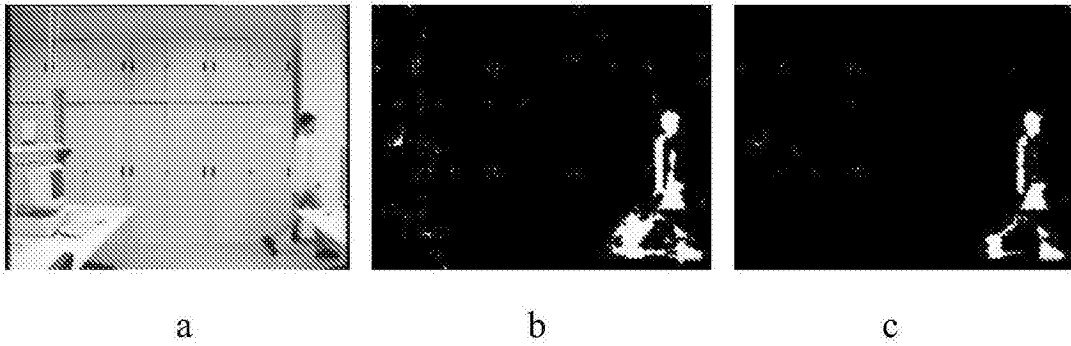


图8

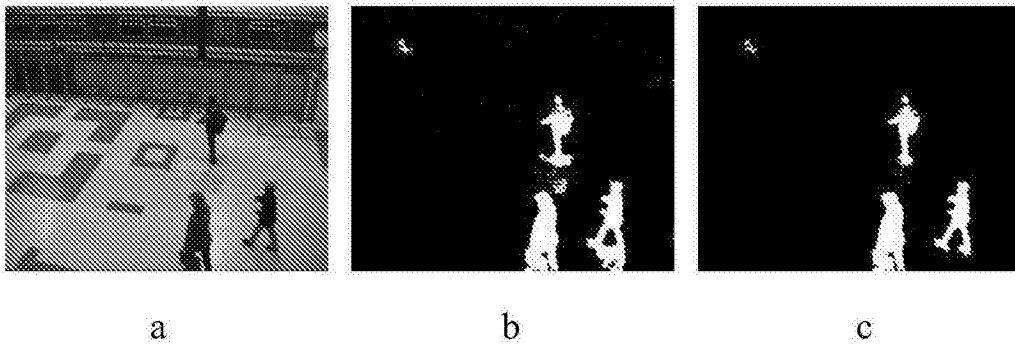


图9

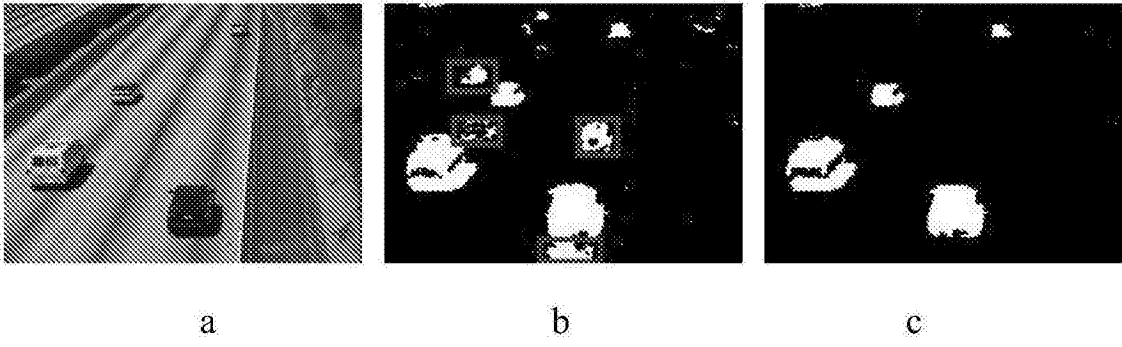


图10