



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104766344 B

(45)授权公告日 2018.01.02

(21)申请号 201510148996.5

G06T 7/277(2017.01)

(22)申请日 2015.03.31

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104766344 A

CN 103942812 A,2014.07.13,  
CN 103942812 A,2014.07.13,

(43)申请公布日 2015.07.08

陈柏生.一种二值图像连通区域标记的新方法.《计算机工程与应用》.2006,第42卷(第25期),

(73)专利权人 华南理工大学  
地址 510006 广东省广州市番禺区广州大学城华南理工大学

卢清华 等.基于混合高斯模型的运动车辆检测方法.《光电子·激光》.2013,第24卷(第4期),

(72)发明人 徐雪妙 王杰新 胡泉玮 龙伟健 周标

审查员 周燕

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245

代理人 罗观祥

(51)Int.Cl.

G06T 7/246(2017.01)

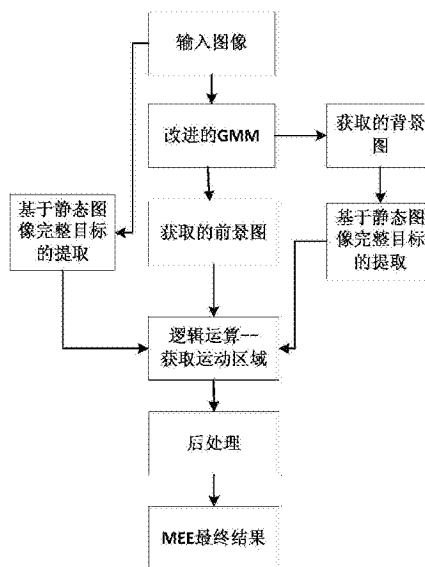
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

基于运动边缘提取器的车辆检测方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于运动边缘提取器的车辆检测方法,包括以下步骤:步骤1、利用改进的混合高斯模型处理车辆视频得到更准确的背景;步骤2、基于静态图像提取完整的目标车辆区域;步骤3、车辆运动区域的获取;步骤4、对由步骤3获取车辆运动区域的结果进行后处理,得到最终结果,以提取车辆的完整轮廓。本发明具有适用于多种环境下的车辆检测和准确性高等优点。



1. 一种基于运动边缘提取器的车辆检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1、利用改进的混合高斯模型处理视频得到更准确的背景;

步骤2、基于静态图像提取完整的目标车辆区域;

步骤3、获取车辆运动区域;

步骤4、对由步骤3获取车辆运动区域的结果进行后处理,得到最终结果,以提取车辆的完整轮廓;

在步骤1中,所述改进的混合高斯模型引入更新参数 $N$ ,则更新速率为:

$$\alpha = \alpha \cdot N, \quad (1)$$

$$N = \begin{cases} 1, & \text{上一帧的像素点检测为背景} \\ 0, & \text{上一帧的像素点检测为前景} \end{cases} \quad (2)$$

$\alpha$ 是用户自定义更新速率, $\alpha$ 的取值范围为: $0 \leq \alpha \leq 1$ , $N$ 为引入的更新参数;

由式(1)和式(2)可知,根据前一帧运动目标检测的结果,把车辆所对应像素点的更新速率设为零;在获取第一帧图像时,采用HOG算法提取梯度方向直方图,并用经过训练的支持向量机方法对图像进行扫描并判断;检测的结果记为 $S$ ,如果判断为路面则 $S=1$ ,非路面 $S=0$ ;

利用经过训练的支持向量机方法检测到的结果,再对公式(1)作如下修改:

$$\alpha = \begin{cases} \beta & S = 1 \text{ 并且 视频帧数小于 } 50 \\ \alpha & S = 0 \text{ 并且 视频帧数小于 } 50 \\ \alpha \cdot N & \text{ 其他情况} \end{cases} \quad (3)$$

$\alpha$ 是 $S=0$ 时前50帧用户自定义更新速率, $\alpha$ 的取值范围为: $0 \leq \alpha \leq 1$ , $\beta$ 为 $S=1$ 时前50帧的更新速率, $\alpha > \beta$ ;  $N$ 为改进的混合高斯模型引入的更新参数。

2. 根据权利要求1所述的基于运动边缘提取器的车辆检测方法,其特征在于,所述步骤4中,提取车辆的完整轮廓的提取方法包括以下步骤:

(41) 通过多个方向的Gabor滤波器来获取目标的相位一致性信息,从而得到图像的边缘特征;

(42) 将图像逐行扫描,找到第一个未被标记的点,标记该点,检查该点的八个邻域点是否连续,如果该点的八个邻域点尚未被标记,则记录该点作为特征点;

(43) 不断从记录特征点的队列中取出一个点,检查该点的八个邻域点是否连续,如果该点的八个邻域点尚未被标记,则记录该点作为特征点,如此循环,直到记录特征点的队列为空、一个连通区域标记结束为止,接着再标记下一个未标记区域,直到输入二值图像的所有连通区域都被标记为止;

(44) 将连通域的内、外轮廓进行重新绘制,即绘制轮廓线,但增大轮廓线的宽度,从而使得原本边缘不连续的小连通域连通到一起,得到了边缘连续的轮廓;

(45) 再次对所得的图像进行连通域检测并填充,得到完整的区域。

3. 根据权利要求1所述的基于运动边缘提取器的车辆检测方法,其特征在于,所述步骤3包括以下步骤:

(31) 将经过静态图像完整目标提取的原视频图像与经过静态图像完整目标提取的改进的混合高斯模型的背景图进行与运算以得到消除了鬼影的背景图;

(32) 将经过静态图像完整目标提取的原视频图像与上述步骤(31)得到的消除了鬼影的背景图进行差运算,得到不存在背景的运动目标图;

(33) 将通过改进的混合高斯模型得到的前景图与上述步骤(32)得到的运动目标图进行或运算,得到最终的运动区域图;

假设经过静态图像完整目标提取的原视频图像表示为 $f_1(x,y)$ ,经过静态图像完整目标提取的改进的混合高斯模型的背景图表示为 $f_2(x,y)$ ,则得到的不存在背景的运动目标图 $f_3(x,y)$ 的表达式如下:

$$f_3(x,y) = f_1(x,y) - [f_1(x,y) \cap f_2(x,y)], \quad (4)$$

将通过改进的混合高斯模型得到的前景图 $f_4(x,y)$ 与 $f_3(x,y)$ 进行或运算,得到的最终的运动区域图为 $f_5(x,y)$ ;  $f_5(x,y)$ 的表达式如下:

$$f_5(x,y) = f_3(x,y) \cup f_4(x,y) \quad (5)。$$

## 基于运动边缘提取器的车辆检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种计算机图像处理技术,特别涉及一种基于运动边缘提取器的车辆检测方法,该车辆检测方法是一种基于车辆运动信息和边缘信息来提取完整轮廓的检测算法。

### 背景技术

[0002] 随着拥有私家车家庭的数目的不断增多,道路交通的便捷性和安全性也愈发受到重视,因此智能交通系统技术也愈发重要,而基于视频的车辆检测更是智能交通尤为重要的部分,其亦属于计算机图像处理中的运动目标检测的重要组成部分。但由于外在环境的复杂性,如天气或光线突变,车辆的突然停止等,都会对车辆的检测造成检测轮廓不完整等缺陷。解决以上问题的主流检测方法是基于混合高斯模型的运动目标检测方法及其改进方法,但这些方法存在以下问题:由于混合高斯背景建模算法更新速度慢,对模型参数有一定的依赖性,不能实时的反应实际背景的变化,例如当静止的物体缓慢运动时会不断移出背景,检测结果就会出现“鬼影”或者拖影等问题,且对于与背景颜色相近的运动目标,不能提取到完整的轮廓。这些问题都大大降低了检测的准确性,是本领域技术人员急待解决的一个技术问题。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种基于运动边缘提取器的车辆检测方法,该车辆检测方法解决了现有算法对不同的场景下对高斯混合模型参数的依赖性,同时解决了处理车辆颜色与路面相近的情况下车检测的轮廓缺失的问题。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种基于运动边缘提取器的车辆检测方法,包括以下步骤:

[0005] 步骤1、利用改进的混合高斯模型处理车辆视频得到更准确的背景;

[0006] 步骤2、基于静态图像提取完整的目标车辆区域;

[0007] 步骤3、车辆运动区域的获取;

[0008] 步骤4、对由步骤3获取车辆运动区域的结果进行后处理,得到最终结果,以提取车辆的完整轮廓。

[0009] 在步骤1中,对传统的高斯混合模型进行了以下的改进:由于混合高斯模型是对整幅图像进行更新,如果更新速率过小,易产生“鬼影”现象,并对光照变化、摄像机抖动非常敏感;如果更新速率过大,运动速度较慢的车辆易被融入背景;

[0010] 针对上述问题,利用改进的混合高斯模型,所述改进的混合高斯模型引入更新参数 $N$ ,则上述更新速率变为:

[0011]  $\alpha = \alpha \cdot N$ , (1)

[0012] 
$$N = \begin{cases} 1, & \text{上一帧的像素点检测为背景} \\ 0, & \text{上一帧的像素点检测为前景} \end{cases}, \quad (2)$$

[0013]  $\alpha$ 是上文提到的用户自定义更新速率, $\alpha$ 的取值范围为: $0 \leq \alpha \leq 1$ , $N$ 为引入的更新参数;

[0014] 由式(1)和式(2)可知,根据前一帧运动目标检测的结果,把车辆所对应像素点的更新速率设为零,在背景图上不对该区域进行更新,因此,当更新速率 $\alpha$ 很大时,也不会把移动缓慢的车辆误判为背景;

[0015] 运用改进的混合高斯模型方法获取的背景比传统的高斯混合模型方法更加精确,减少了“鬼影”的干扰;但是,如果待检测的交通视频的第一帧图像存在车辆,在用混合高斯模型进行背景建模的时候会将车辆误判为背景,将会对运动区域的判断带来巨大的影响;从而导致以上依据前一帧对运动区域的判断来指引背景模型更新的方法失效;因此在获取第一帧图像时,采用HOG算法提取梯度方向直方图,并用经过训练的支持向量机(SVM)方法对图像进行扫描并判断;检测的结果记为 $S$ ,如果判断为路面则 $S=1$ ,非路面(主要是车辆) $S=0$ ;由于路面的方向梯度与车辆的方向梯度存在较大的区别,所以判断结果非常准确;由于用SVM检测路面的运算量大且对树木等非车辆部分易误检为车辆,所以我们只在视频初始化的第一帧用于检测路面,并用检测结果指导混合高斯模型的更新速率;

[0016] 利用经过训练的支持向量机方法检测到的结果,再对公式(1)作如下修改:

$$[0017] \quad \alpha = \begin{cases} \beta & S = 1 \text{ 并且 视频帧数小于 } 50 \\ \alpha & S = 0 \text{ 并且 视频帧数小于 } 50 \\ \alpha \cdot N & \text{其他情况} \end{cases}, \quad (3)$$

[0018]  $\alpha$ 是用户自定义更新速率, $\alpha$ 的取值范围为: $0 \leq \alpha \leq 1$ , $\beta$ 为前五十帧的更新速率, $N$ 为改进的混合高斯模型引入的更新参数。

[0019] 在第一帧有车辆存在的区域,前五十帧的更新速率 $\beta$ ( $\beta$ 远大于 $\alpha$ ),用更大的更新速率可以快速消除鬼影;而在非车辆部分,更新速率不变,根据SVM检测的结果对第一帧图像存在车辆的区域(即“鬼影”区域)赋予更大的更新速率,可以快速消除“鬼影”。

[0020] 所述步骤4中,提取车辆的完整轮廓的提取方法包括以下步骤:

[0021] (41)通过多个方向的Gabor滤波器来获取目标的相位一致性信息,从而得到图像的边缘特征;

[0022] (42)将图像逐行扫描,找到第一个未被标记的点,标记该点,检查该点的八个邻域点是否连续,如果其尚未被标记,则记录该点作为特征点;

[0023] (43)不断从记录特征点的队列中取出一个点,进行上述的操作,如此循环,直到记录特征点的队列为空、一个连通区域标记为止,接着再标记下一个未标记区域,直到输入二值图像的所有连通区域都被标记为止;

[0024] (44)将连通域的内、外轮廓进行重新绘制,即绘制轮廓线,但增大轮廓线的宽度,从而使得原本边缘不连续的小连通域连通到一起,得到了边缘连续的轮廓;

[0025] (45)再次对所得的图像进行连通域检测并填充,就可以得到完整的区域。

[0026] 所述步骤3包括以下步骤:

[0027] (31)将经过静态图像完整目标提取的原视频图像与经过静态图像完整目标提取的改进的混合高斯模型的背景图进行与运算以得到消除了鬼影的背景图;

[0028] (32)将经过静态图像完整目标提取的视频图像与上述步骤(1)得到背景图进行差

运算,得到不存在背景的运动目标;

[0029] (33)将通过改进的混合高斯模型得到的前景图与上述步骤(2)得到的运动目标图进行或运算,得到最终的运动区域图;

[0030] 假设经过步骤2(基于静态图像提取完整的目标车辆区域)处理后的原视频图像表示为 $f_1(x,y)$ ,背景图像表示为 $f_2(x,y)$ ,则最终得到的不存在背景的运动目标的图像 $f_3(x,y)$ 的表达式如下:

$$[0031] \quad f_3(x,y) = f_1(x,y) - [f_1(x,y) \cap f_2(x,y)], \quad (4)$$

[0032] 其中, $f_1(x,y)$ 为原视频图像, $f_2(x,y)$ 为经过静态图像完整目标提取的改进的混合高斯模型的背景图像, $f_3(x,y)$ 是通过原视频图像减去与运算(与运算是为了得到消除了鬼影的背景图)而得到的不存在背景的运动目标;

[0033] 将混合高斯得到的前景 $f_4(x,y)$ 与 $f_3(x,y)$ 进行或运算,获得更加完整的运动区域,将所得结果表示为 $f_5(x,y)$ , $f_5(x,y)$ 的表达式如下:

$$[0034] \quad f_5(x,y) = f_3(x,y) \cup f_4(x,y), \quad (5)$$

[0035]  $f_3(x,y)$ 是最终得到的不存在背景的运动目标, $f_4(x,y)$ 是混合高斯得到的前景图像, $f_5(x,y)$ 是将 $f_3(x,y)$ 和 $f_4(x,y)$ 进行或运算得到的更加完整的车辆运动图像。

[0036] 本发明的原理:公开了一种基于运动边缘提取器的车辆检测方法,该车辆检测方法综合利用车辆运动信息和边缘信息来提取完整的车辆轮廓。首先利用改进的混合高斯模型提取背景及结合相位一致性信息提出的基于静态图像提取完整的目标区域的方法,解决了常规方法下对混合高斯模型参数的依赖性,增强了其在不同光照及对比度下的不同环境下的适应性。同时利用对车辆的运动信息、边缘信息充分的分析、利用,提取更为精确完整的轮廓。

[0037] 相对于现有技术,本发明存在以下的优点与有益效果:

[0038] 1、结合支持向量机(SVM)的方法,对混合高斯模型(GMM)的更新速率公式进行了改进,获得了更精确的背景。

[0039] 2、提出了基于静态图像提取完整的目标的方法,该方法利用相位一致性提取的边缘图像上进行了轮廓的扩充,得到静态目标的完整轮廓,并对光照、对比度的变化具有鲁棒性,加强了目标物体检测的准确性。

[0040] 3、经过对车辆的运动信息、边缘信息充分的分析、利用之后,可以对车辆进行精确的提取,可以完整的提取到与路面颜色相近的车辆的轮廓。本发明适用于多种环境下的车辆检测,准确性高,具有很好的推广应用前景。

## 附图说明

[0041] 图1是本发明的车辆检测方法的检测流程图。

[0042] 图2是本发明过程中车辆运动区域获取方法的流程图。

## 具体实施方式

[0043] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0044] 实施例

[0045] 如图1所示,一种基于运动边缘提取器的车辆检测算法,该车辆检测算法首先对混合高斯模型进行了改进,从而可以提取到更加精准的背景,之后结合相位一致性的信息提出了基于静态图像提取完整的目标的方法,最后将原图像和背景图像同时用上一步的方法进行处理,并通过一系列的逻辑运算去除非运动区域。该方法解决了常规方法下对混合高斯模型参数的依赖性,增强了其在不同光照及对比度下的不同环境下的适应性。同时,如图2所示,利用过对车辆的运动信息、边缘信息充分的分析、利用,提取更为精确完整的轮廓。

[0046] 其具体步骤如下:

[0047] 1.利用改进的混合高斯模型处理车辆视频得到更准确的背景

[0048] 传统混合高斯模型对图像中每一个像素点建立K个高斯分布模型。对于新输入的图像帧,逐像素与各自的K个高斯分布进行匹配,对第一个匹配上的高斯分布的参数进行如下更新:

$$[0049] \quad \Omega_{n,t+1} = (1-\alpha) \cdot \omega_{n,t} + \alpha, \quad (1)$$

$$[0050] \quad \mu_{n,t+1} = (1-\alpha/\omega_{n,t+1}) \cdot \mu_{n,t} + \alpha/\omega_{n,t+1} \cdot X_{t+1}, \quad (2)$$

$$[0051] \quad \sigma_{n,t+1}^2 = (1-\alpha/\omega_{n,t+1}) \cdot \sigma_{n,t}^2 + \alpha/\omega_{n,t+1} \cdot (\beta)^T(\beta)^T, \quad (3)$$

$$[0052] \quad \beta = X_{t+1} - \mu_{n,t+1}, \quad (4)$$

[0053] 不匹配的分布其参数进行如下更新:

$$[0054] \quad \omega_{n,t+1} = (1-\alpha) \cdot \omega_{n,t}, \quad (5)$$

[0055]  $\omega_{i,t}$ 表示t时刻第n个高斯模型的权值大小,并且满足 $0 \leq \omega_{i,t} \leq 1$ ,  $\sum_{i=1}^K \omega_{i,t} = 1$ ;  $\mu_{i,t}$ 和 $\Sigma_{i,t}$ 分别表示t时刻第i个高斯模型的均值向量和协方差矩阵,取 $\Sigma_{i,t} = \sigma_{i,t}^2 I$ (I为单位矩阵);

[0056] 其中 $\alpha$ 是用户自定义的更新率,且 $0 \leq \alpha \leq 1$ , $\alpha$ 越大,则背景更新速率越大。由于混合高斯模型是对整幅图像进行更新,如果更新速率过小,易产生“鬼影”现象,并对光照变化、摄像机抖动非常敏感;如果更新速率过大,运动速度较慢的车辆易被融入背景。

[0057] 针对上述问题,我们引入了更新参数N。则上述更新速率变为:

$$[0058] \quad \alpha = \alpha \cdot N, \quad (6)$$

$$[0059] \quad N = \begin{cases} 1, & \text{上一帧的像素点检测为背景} \\ 0, & \text{上一帧的像素点检测为前景} \end{cases}, \quad (7)$$

[0060] 由上式可知,根据前一帧运动目标检测的结果,车辆所对应像素点的更新速率设为零,在背景图上不对该区域进行更新。因此当更新速率 $\alpha$ 很大时,也不会把移动缓慢的车辆误判为背景。

[0061] 运用改进的混合高斯模型方法获取的背景比传统的高斯混合模型方法更加精确,减少了“鬼影”的干扰。但是,如果待检测的交通视频的第一帧图像存在车辆,在用混合高斯模型进行背景建模的时候会将车辆误判为背景,将会对运动区域的判断带来巨大的影响。从而导致以上依据前一帧对运动区域的判断来指引背景模型更新的方法失效。因此在获取第一帧图像的时候,我们用HOG算法提取梯度方向直方图并用经过训练的支持向量机(SVM)对图像进行扫描。检测的结果记为S,如果判断为路面则 $S=1$ ,非路面(主要是车辆) $S=0$ 。由

于路面的方向梯度与车辆的方向梯度存在较大的区别,所以判断结果非常准确。由于用SVM检测路面的运算量大且对树木等非车辆部分易误检为车辆,所以我们只在视频初始化的第一帧用于检测路面,并用检测结果指导混合高斯模型的更新速率。

[0062] 根据SVM检测的结果,再对公式(6)作如下修改:

$$[0063] \quad \alpha = \begin{cases} \beta, & S = 1 \text{ 并且视频帧数小于 } 50 \\ \alpha, & S = 0 \text{ 并且视频帧数小于 } 50, \quad (8) \\ \alpha \cdot N, & \text{其他情况} \end{cases}$$

[0064] 在第一帧有车辆存在的区域,前五十帧的更新速率设为 $\beta$  ( $\beta \gg \alpha$ ),用更大的更新速率可以快速消除鬼影;而在非车辆部分,更新速率不变。根据SVM检测的结果对第一帧图像存在车辆的区域(即“鬼影”区域)赋予更大的更新速率,可以快速消除“鬼影”。

[0065] 2. 基于静态图像提取完整的目标车辆区域:

[0066] 相位一致性(PC)将图像傅里叶分量相位最一致的点作为特征点,符合人类视觉机制,对光照和对比度的改变具有极强的鲁棒性。

[0067] 相位一致性无需对波形进行任何假设,只是在傅里叶变换里按照相位一致性寻找特征点。综合考虑相位偏移和噪声,修正后的函数可以产生更多的局部响应:

$$[0068] \quad PC(x) = \frac{\sum_n W(x) |A_n(x) (\cos(\phi_n(x) - \bar{\phi}(x)) - |\sin(\phi_n(x) - \bar{\phi}(x))|) - T|}{\sum_n A_n(x) + \epsilon}, \quad (9)$$

[0069]  $A_n$ 为尺度 $n$ 上的幅值, $\phi_n(x)$ 为 $x$ 处第 $n$ 个傅里叶分量的相位值, $\bar{\phi}(x)$ 为 $x$ 处取最大值时其傅里叶个分量局部相角的加权平均, $W(x)$ 是频率传播的加权量,很小的常量 $\epsilon$ 的作用是防止上式的分母为零。只有能量值超过所估计的噪声阈值, $T$ 才会被计入结果内, $| \cdot |$ 当值为正时取自身,否则为零。

[0070] 通过多个方向的Gabor滤波器来获取目标的相位一致性(PC)信息,我们可以得到图像的边缘特征。但由于用PC提取的车辆边缘线条并不连续,为最终运动区域的计算带来麻烦。所以我们在此基础上,将图像逐行扫描,找到第一个未被标记的点,标记该点,检查该点的八个邻域点是否连续,如果其尚未被标记,则记录该点作为特征点。在后续的标记的过程中,不断地从记录特征点的队列中取出一个点,进行上述的操作,如此循环,直到记录特征点的队列为空。一个连通区域标记结束。接着再标记下一个未标记区域,直到输入二值图像的所有连通区域都被标记。

[0071] 接下来将连通域的内、外轮廓进行重新绘制,即绘制轮廓线,但将轮廓线的宽度增大。因此,原本边缘不连续的小连通域连在了一起,得到了边缘连续的轮廓。在此基础上,再次对所得的图像进行连通域检测并填充,就可以得到完整的区域。

[0072] 该算法能够基于静态图像提取完整的目标区域,并对不同的光照和对比度具有鲁棒性。

[0073] 3. 车辆运动区域的获取:

[0074] 基于静态图像完整目标提取的算法具有能够提取不间断轮廓、不受光照、对比度变化影响等优点,结合改进的混合高斯模型进行背景建模,能够有效的分离出运动区域。对原图和运用步骤一改进的混合高斯模型所得的背景图同时进行步骤二处理,并结合步骤一



中混合高斯模型提取的前景图进行一系列的逻辑运算,可得到较完整的运动区域。

[0075] 设经过步骤二处理后的原视频图像表示为 $f_1(x,y)$ ,背景图像表示为 $f_2(x,y)$ 。则最终得到的运动目标 $f_3(x,y)$ 可由式子(10)表示。

$$[0076] \quad f_3(x,y) = f_1(x,y) - [f_1(x,y) \cap f_2(x,y)], \quad (10)$$

[0077]  $f_3(x,y)$ 是最终得到的是不存在背景的运动目标1。此处不直接将 $f_1(x,y)$ 和 $f_2(x,y)$ 进行差运算是为了避免背景图像 $f_2(x,y)$ 存在“鬼影”的影响。如果背景图像存在“鬼影”,则 $f_1(x,y)$ 中的部分前景区域会被误认为是背景,由此会丢失部分区域;而用 $f_1(x,y)$ 与 $f_1(x,y)$ 和 $f_2(x,y)$ 的或运算做差,可以提高检测的准确率。

[0078] 由于路面标识线与车辆存在重合部分,在上一步差运算的时候会造成部分目标残缺不全,而改进的混合高斯模型提取的前景不受路面标示线的影响,将混合高斯得到的前景 $f_4(x,y)$ 与 $f_3(x,y)$ 进行或运算,可以获得更加完整的运动区域。将所得结果表示为 $f_5(x,y)$ ,即

$$[0079] \quad f_5(x,y) = f_3(x,y) \cup f_4(x,y), \quad (11)$$

[0080] 4.对由步骤三得到的结果进行后处理以得到最后结果:

[0081] 首先运用膨胀、腐蚀等形态学处理对运动目标进行修补。然后基于YCbCr颜色空间对阴影进行消除。在YCbCr空间,亮度信号与色度信号相互独立,对光照的变化具有鲁棒性,Kumar等人也通过实验得出YCbCr颜色空间是去除阴影的最佳的颜色空间。在消除阴影后,对得到的前景图用中值滤波进行去噪处理,最终得到准确、完整的运动目标。

[0082] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

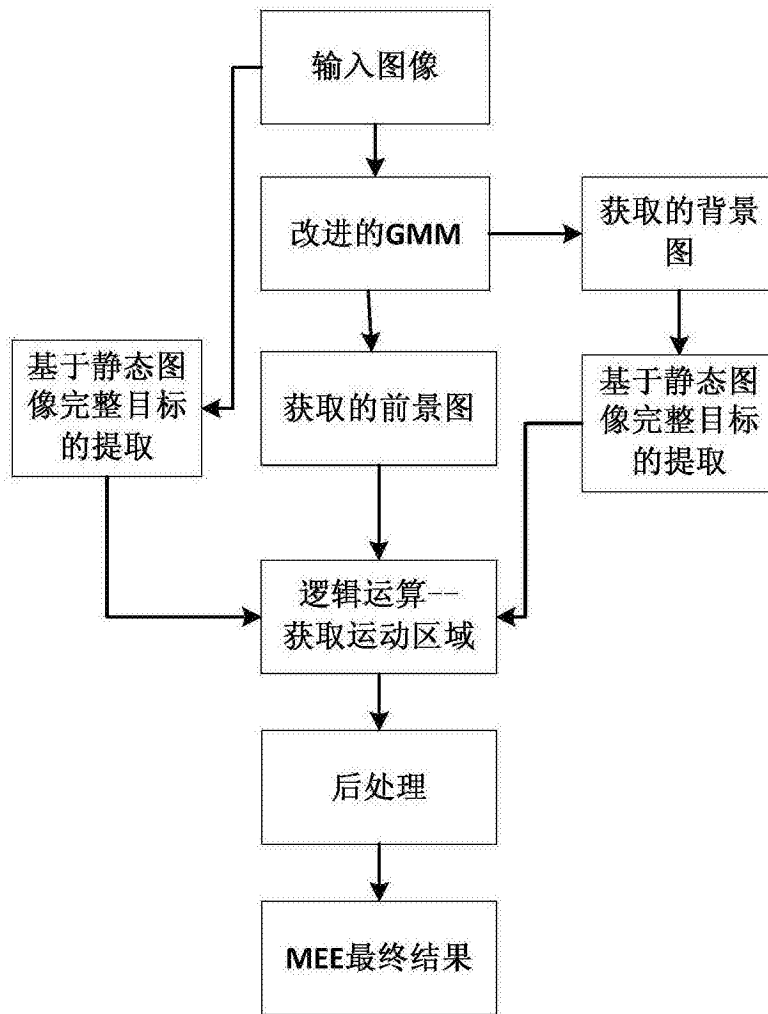


图1

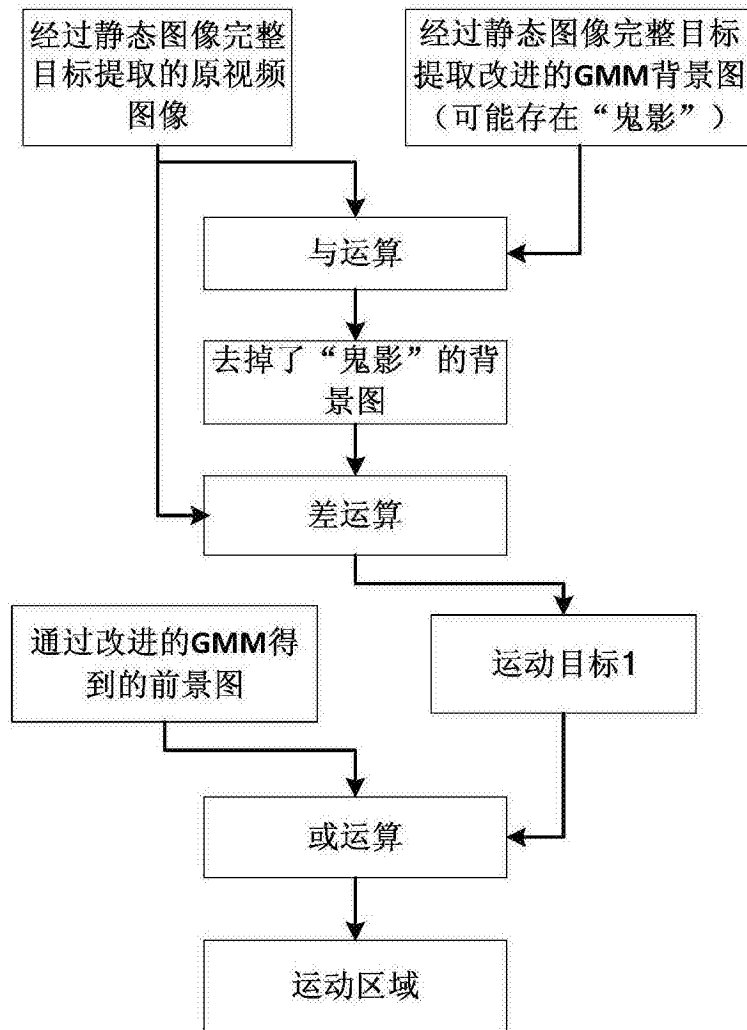


图2