

# 基于改进的 YUV\_Vibe 融合算法的运动目标检测

谢申汝<sup>1</sup>, 叶生波<sup>1</sup>, 杨宝华<sup>1,2\*</sup>, 王学梅<sup>1</sup>, 何红霞<sup>1</sup>

<sup>1</sup>安徽农业大学信息与计算机学院, 安徽 合肥 230036;

<sup>2</sup>农业部农业物联网技术集成与应用重点实验室, 安徽 合肥 230036

**摘要** 针对视觉背景提取(Vibe)算法不能有效地去除目标阴影以及不能快速消除鬼影现象的缺点,提出了一种改进的 YUV\_Vibe 融合算法。该方法通过扩大样本的邻域选取范围,从而有效避免了同一样本重复选取;将更新因子从 16 调整至 4,且将样本更新个数变为 2,提高背景更新速率,加快鬼影现象消除速率;将 YUV 颜色信息特征与 Vibe 相融合,消除了阴影影响;通过融合双模型的构建,有效地减少了阴影误检测率。通过视频数据集对算法进行实验论证,检测结果表明,改进了的 YUV\_Vibe 融合算法在准确度与识别率上都有提高,且实验检测的结果更准确。

**关键词** 目标检测; YUV\_Vibe 算法; YUV 颜色空间; 阴影去除; 鬼影现象

**中图分类号** TP391.41 **文献标识码** A

**doi:** 10.3788/LOP55.111002

## Moving Target Detection Based on Improved YUV\_Vibe Fusion Algorithm

Xie Shenru<sup>1</sup>, Ye Shengbo<sup>1</sup>, Yang Baohua<sup>1,2\*</sup>, Wang Xuemei<sup>1</sup>, He Hongxia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>School of Information and Computer, Anhui Agriculture University, Hefei, Anhui 230036, China;

<sup>2</sup>Key Laboratory of Technology Integration and Application in Agricultural Internet of Things, Ministry of Agriculture, Hefei, Anhui 230036, China

**Abstract** The visual background extraction (Vibe) algorithm cannot effectively remove the shadow of the target, and cannot quickly remove the ghost phenomenon. To address the shortcomings of Vibe, an improved YUV\_Vibe fusion algorithm is proposed. The algorithm expands the value range of the sample field, which effectively avoids the repetitive selection of the same samples. The updating factor is adjusted from 16 to 4, and the number of sample updates is set at 2, which accelerates the update rate of the background to eliminate the rate of ghost detection. The fusion of the YUV color information features with the Vibe algorithm eliminates the influence of shadows. By constructing a double fusion model, the false detection rate of shadows is effectively reduced. The algorithm is experimentally applied to video datasets. The test results reveal that the improved YUV\_Vibe fusion algorithm has improved the accuracy and recognition rate, and the experimental detection results are more accurate.

**Key words** object detection; YUV\_Vibe algorithm; YUV color space; shadow removal; ghost phenomenon

**OCIS codes** 100.2000; 100.2960; 100.5010; 150.1135; 040.1880

## 1 引言

随着人工智能与机器视觉的蓬勃发展,视频智能监控系统得到了广泛的应用<sup>[1-2]</sup>。运动目标检测技术是智能监控领域的关键技术之一,而视觉背景提取(Vibe)背景建模方法是从图像序列中提取运动目标最常用的方法<sup>[3-4]</sup>。Vibe 算法运行速度较快,

对噪声、动态背景,以及照相机晃动所造成的影响有一定的抑制作用,具有较优的前景检测性能。但 Vibe 算法尚存在一些不足,易受光照阴影的影响而出现误检现象,且对于由静转动的物体易出现鬼影现象,因此优化 Vibe 算法成为研究重点<sup>[5-6]</sup>。吴建胜等<sup>[7]</sup>提出了一种基于动态阈值的 Vibe 运动目标检测方法,对室内场景下的阴影检测有一定的抑制

**收稿日期:** 2018-03-26; **修回日期:** 2018-05-11; **录用日期:** 2018-05-25

**基金项目:** 安徽省高校省级自然科学研究重点项目(KJ2016A837)、安徽省自然科学基金项目(1808085MF195)、农业部农业物联网技术集成与应用重点实验室开放基金(2016KL02)

\* **E-mail:** 524115963@qq.com

作用,但对样本集初始化中产生的鬼影不能进行及时地更新,且不能有效地去除强光下的阴影。杨勇等<sup>[8]</sup>提出了一种基于改进 Vibe 算法的车辆检测方法,使用图像前  $n$  帧实现模型的初始化,对鬼影有一定的抑制效果,但无法去除阴影的影响,且弱化了 Vibe 算法快速构建背景模型的优点,降低了检测结果实时性。赵光明等<sup>[9]</sup>提出了一种融合帧间差的改进的 Vibe 方法,对阴影和鬼影都有一定的抑制作用,但此算法检测结果抗干扰能力较差,目标检测易出现较大的空洞。

针对 Vibe 算法的上述缺点,提出了一种改进的 YUV\_Vibe 融合算法。将样本取值范围扩大至 24 邻域,调整更新因子,同时更新两个样本,提高了背景更新速率,加快鬼影消除,并且利用 YUV 颜色特征信息与 Vibe 算法原理相融合的思想构建融合双模型,消除了阴影影响。实验结果表明,改进后的 YUV\_Vibe 融合算法提高了检测精度,在小目标的识别率上也有所提高,且对阴影及鬼影干扰表现出了更好的稳健性,达到了预期目标。

## 2 Vibe 算法描述

在 2009 年, Barnich 等提出了 Vibe 这一基于非参数随机样本集的视觉背景提取方法。该算法第一次将随机选择及邻域传播的机制引入到更新背景模型中,使所选样本生命周期更加符合实际分布规律,从而有效地提高了检测准确率及抗噪性能,且减小了计算量。Vibe 算法主要包含 3 个部分:背景模型的初始化、前景的检测和模型的更新<sup>[10-11]</sup>。

对于首帧视频图像中的每一个像素点,从其周围 8 邻域中任意选取一个像素保存到其背景模型集合中,这样重复  $N$  次<sup>[12]</sup>。该方法为图像上的每个像素点  $p(x, y)$  构建了一个包含  $N$  个样本集的背景模型,样本集为

$$M_1(x, y) = \{p_1, p_2, \dots, p_N\}. \quad (1)$$

如图 1 所示,以  $p(x, y)$  为中心,取  $3 \times 3$  的区域(8 邻域)。

对  $p(x, y)$  处的 8 邻域,按平均分布随机抽样  $N$  次,得到  $N$  个样本集作为下一帧  $p_t(x, y)$  处的背景模型。

如图 2 所示,彩色圆  $p_1, p_2, \dots, p_N$  则代表某个像素点  $p_t(x, y)$  的包含  $N$  个样本的背景模型,白色圆  $p_t$  则代表在该位置  $(x, y)$  上的待检测像素点  $p_t(x, y)$ 。以  $p_t(x, y)$  为球心,定义一个以  $R$  为半径

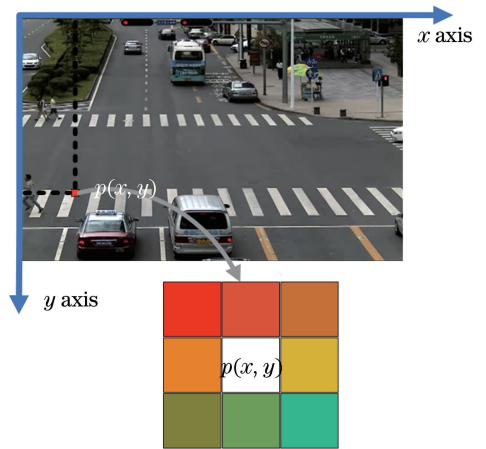


图 1 邻域提取示意图

Fig. 1 Schematic of neighborhood extraction

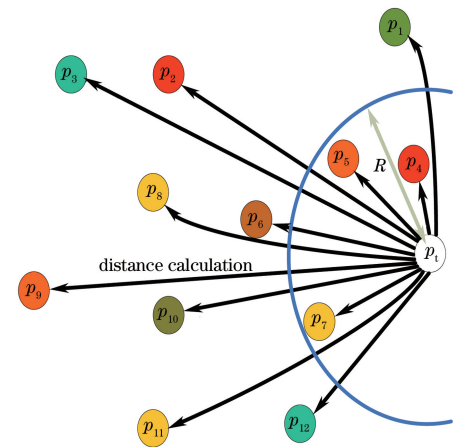


图 2 Vibe 背景模型

Fig. 2 Background model of Vibe

的范围区域  $S_R [p_t(x, y)]$ , 即用  $S_R [p_t(x, y)]$  来表示距离像素点  $p_t(x, y)$  一定范围内的差异。

比较图中待分类像素点  $p_t(x, y)$  和背景模型  $M_1(x, y)$  间的相似性,如果相似性高则分为背景,否则就分为前景。相似程度用球体  $S_R [p_t(x, y)]$  与背景模型  $M_1(x, y)$  间的交集来表示,公式为

$$U = \{S_R [p_t(x, y)] \cap \{p_1, p_2, \dots, p_N\}\}, \quad (2)$$

式中  $U$  为该像素点和背景模型  $M_1(x, y)$  间近似像素点的集合,当集合  $U$  中元素的数量比设定阈值  $T_{\minMatched}$  大时,那么待分类像素点  $p_t(x, y)$  和背景模型是相似的,归类为背景,反之则是不相似,归类为前景。

若  $p_t(x, y)$  被判断为前景,则背景模型不被更新,反之则被更新。更新依据无记忆背景更新方法,即以  $1/\delta$  概率来进行背景更新,更新背景样本集的同时也对其邻域像素的样本集进行更新。根据该更新方法,模拟背景模型中样本的存在时间,生命周期

将呈现平滑指数型衰减趋势<sup>[13-14]</sup>,如下式所示。该更新策略延伸了背景模型的时间跨度,模型的空间一致性得到了有效地保证<sup>[15]</sup>。

$$p(t, t + \Delta t) = \left(\frac{N-1}{N}\right)^{(t+\Delta t)-t} = \exp\left[-\ln\left(\frac{N}{N-1}\right)\Delta t\right]. \quad (3)$$

(3)式经过时间  $\Delta t$  后,背景样本集中某样本没有被更新的概率与时间变量  $t$  无关。

### 3 改进的 YUV\_Vibe 融合算法

改进的 YUV\_Vibe 融合算法建立了两个背景模型:一个灰度背景模型(简称:模型 1),一个 YUV

彩色背景模型(简称:模型 2)。算法流程图如图 3 所示。

1) 在灰度空间背景模型中,先利用 Vibe 算法准确快速地检测出运动目标大体存在的位置;然后再对其进行滤波和形态学处理,确保所有的运动目标都在该位置结果矩形内;再通过检测结果连通区域的轮廓线找到其前景的最大的外接矩形,为 YUV 颜色空间模型提供一个较为全面的前景范围信息。

2) 在 YUV 空间模型中,依据像素点间色彩差异度,在同一帧上的对应矩形框内的像素点进行二次检测,从而得到更为准确清晰的前景。

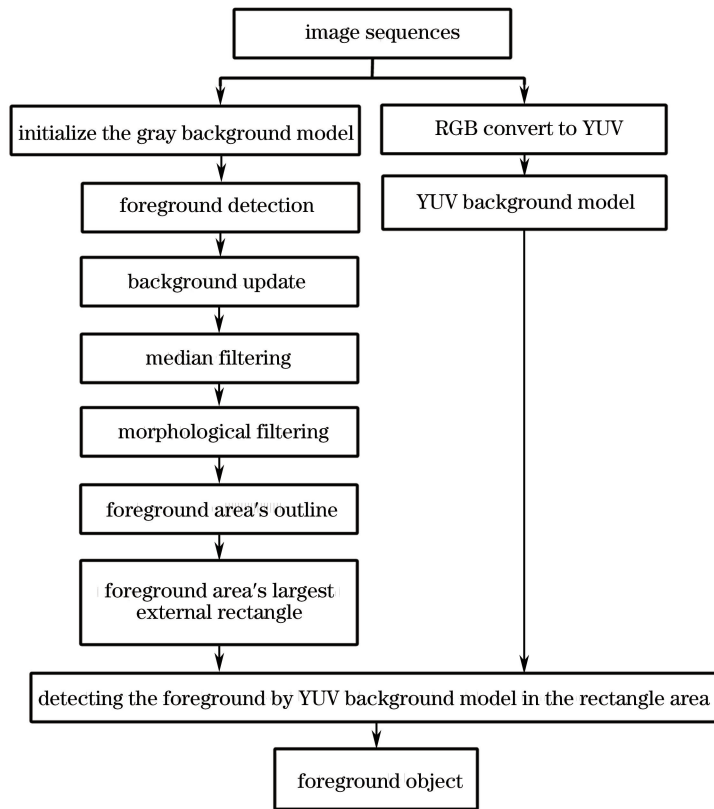


图 3 算法流程图

Fig. 3 Flow chart of the algorithm

#### 3.1 构建背景模型

传统 Vibe 算法采用 8 邻域方法选取样本,当某一像素点位于图片的边缘时会出现 3 或 5 邻域的情况,再从这些极少的邻域内抽取 20 个样本,会导致样本的多次选择率高从而造成结果误判。优化后的算法将 8 邻域改为 24 邻域,降低了采样的重复率,同时将更新样本数由 1 变为 2,提高了背景更新速率,保证了空间一致性。

模型 1,类似于(1)式中的 Vibe 模型  $M_1(x, y)$  的构建,不再详细阐述。其中  $p_1, p_2, \dots, p_N$  为其对

应像素点的灰度值样本。

模型 2,基于 Vibe 算法理论,其为所有像素点均建立一个背景模型,该模型包含  $N$  个样本集:

$$M_2(x, y) = \{d_1, d_2, \dots, d_N\}. \quad (4)$$

和模型 1 不同,(4)式内的样本  $d_m$  ( $d_m$  为  $N$  个样本集中第  $m$  个样本)包括同一像素点的 YUV 空间特征。从首帧视频序列起,在所有像素点的 24 邻域内抽取  $N$  次,获取  $N$  个灰度样本,将其存放在模型 1 中,即  $M_1(x, y)$  的  $N$  个样本集中;将图像的像素点转换为 YUV 颜色空间,在每个像素点的 24 邻

域内选取  $N$  个颜色样本,将其存放在模型 2 中,即  $M_2(x, y)$  的  $N$  个样本集中。在首帧图像内完成融合模型构建及初始化工作,从第二个图像序列开始就能进行运动检测,保证了算法的实时性。

### 3.2 前景检测

前景检测包括:1) 由灰度背景模型  $M_1(x, y)$  检测出目标区域范围,找到其目标物体最大的外接矩形;2) 在模型 1 获得的目标矩形框内,利用 YUV 颜色空间模型  $M_2(x, y)$  对前景进行再次检测,检测结果如图 4 所示。

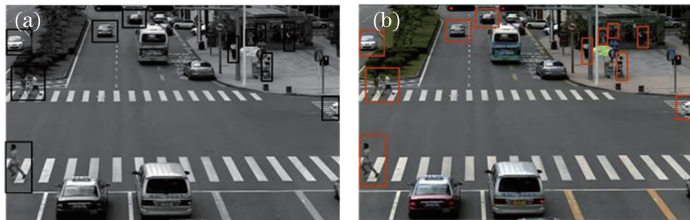


图 4 前景检测。(a)模型 1 检测结果;(b)模型 2 检测区域

Fig. 4 Foreground detection. (a) Detection result of model 1; (b) detection area of model 2

2) 第 1)步检测获得的目标范围可能含有运动目标的一个或多个矩形,再将得到的位置信息传给模型 2,如图 4(b)所示。在颜色空间,颜色差和颜色分量的距离成正比。因此,为了准确地判断出前景像素和背景之间的变化差异,将像素点从 RGB 变换到 YUV 来计算像素点差异度。 $Y, U, V$  是像素在 YUV 颜色空间模型中的 3 个分量,在 YUV 空间中像素点间的差异度计算可以通过色彩差异  $R_{\text{colordist}}$  和亮度差异  $R_{\text{brightnessdist}}$  计算公式来衡量。

在 Codebook 中的颜色失真计算<sup>[16]</sup>,将其原来基于几何距离的色彩差异计算方法修改为基于圆锥模型的色彩差异计算方法。Codebook 色彩差异度计算公式为

$$R_{\text{colordist}}(x_t, x_m) = \sqrt{\|x_t\|^2 - p^2}, \quad (5)$$

式中  $p = \|x_t\|^2 \cos^2 \theta = \langle x_t, x_m \rangle^2 / \|x_m\|^2$ ,  $\|x_t\|^2 = R_t^2 + G_t^2 + B_t^2$ ,  $\|x_m\|^2 = R_m^2 + G_m^2 + B_m^2$ ,  $\langle x_t, x_m \rangle^2 = (R_m R_t + G_m G_t + B_m B_t)^2$ 。

则最终的色彩差异公式为

1) 从视频序列的第二帧起,利用模型 1 进行实时的前景检测。

① 当模型 1 中没有检测出前景目标时,模型 2 置于等候的状态。

② 当出现运动目标时,模型 1 可对目标进行迅速检测,之后对检测所得的结果进行滤波和形态学方法处理,消除噪声和空洞。然后依据处理的结果找到前景区域的轮廓线,通过连通区域物体轮廓线找到最大的外接框,对中心距离相近的矩形进行合并,如图 4(a)所示。

$$R_{\text{colordist}}(x_t, x_m) =$$

$$\sqrt{(R_t^2 + G_t^2 + B_t^2) - \frac{(R_t R_m + G_t G_m + B_t B_m)^2}{(R_m^2 + G_m^2 + B_m^2)}}. \quad (6)$$

参考 Codebook 色彩差异度计算方法,YUV 模型中两个像素点  $x_t(y_t, u_t, v_t)$ 、 $x_m(y_m, u_m, v_m)$  间色彩差异度的计算公式为

$$\begin{cases} R_{\text{colordist}}(x_t, x_m) = \\ \sqrt{(U_t^2 + V_t^2 + Y_t^2) - \frac{(U_t U_m + V_t V_m + Y_t Y_m)^2}{U_m^2 + V_m^2 + Y_m^2}}, \\ R_{\text{brightnessdist}}(x_t, x_m) = |Y_t - Y_m| \end{cases} \quad (7)$$

式中  $U, V$  为色度, $Y$  为明亮度。

计算初步检测结果的红色框区域内像素点和样本集模型中像素点间的差异,再依据下式判定像素点间的差异度是否小于预先设置的阈值,包括颜色差异的阈值  $\epsilon_1$  与亮度差异的阈值  $\epsilon_2$ 。

$$T_{\text{Matched}} = \begin{cases} 1, & (\text{similar pixel}), R_{\text{colordist}}(x_t, x_m) < \epsilon_1 \ \& \ R_{\text{brightnessdist}}(x_t, x_m) < \epsilon_2 \\ 0, & (\text{dissimilar pixel}), \text{other} \end{cases}. \quad (8)$$

如果像素点之间的差异都满足小于  $\epsilon_1$  和  $\epsilon_2$  的条件,则其是一个相匹配的样本,匹配的标识符  $T_{\text{Matched}}$  变成 1,否则就变成 0。统计背景模型中与当前像素点

$p(x, y)$  所匹配的样本的个数  $N_t(x, y)$ ,然后将匹配个数  $N_t(x, y)$  与其最小匹配个数阈值  $T_{\text{minMatched}}$  相比较,最终根据下式判断当前的像素点是否属于前景。



$$M_t(x, y) = \begin{cases} 1, & (\text{foreground}), N_t(x, y) < T_{\min\text{Matched}} \\ 0, & (\text{background}), N_t(x, y) \geq T_{\min\text{Matched}} \end{cases} \quad (9)$$

式中  $M_t(x, y) = 0$  为  $t$  时刻点  $p(x, y)$  被判定属于背景,  $M_t(x, y) = 1$  为点  $p(x, y)$  被判定属于前景, 最后获得了一个二值化前景检测结果  $M_t(x, y)$ 。

### 3.3 背景模型更新

为了加快更新速率, 提高鬼影消除速度, 将更新速率  $\delta$  从 16 调整至 4, 且每次随机更新样本值里的 2 个, 同时也更新相邻点样本值中的 2 个, 即加快背景模型的更新速率和背景扩散速率。模型 1 与模型 2 的更新策略相类似, 改进后的 YUV\_Vibe 融合算法具体更新方法为: 1) 在  $T$  帧图像序列中随机选择一帧, 如果当前帧内的某个像素点  $p(x, y)$  被判定为背景点时, 其将以  $1/\delta$  概率来更新自身背景模型中所包含的样本集; 2) 以  $1/\delta$  概率来更新其某个邻域点的背景模型的样本集。具体情况, 模型 1 内用像素点  $p(x, y)$  灰度值来进行模型更新, 模型 2 内依据 YUV 颜色空间下的像素点  $p(x, y)$  的三个颜色分量  $Y, U, V$  来更新背景模型。

### 3.4 Vibe 算法的改进

1) 将 YUV 颜色空间信息与 Vibe 算法相结合, 构建了一种融合双模型算法, 于同一帧图像, 同时将其转化为灰度空间和 YUV 颜色空间, 在灰度空间模型下利用 Vibe 算法检测出目标大体范围后, 再在 YUV 颜色空间下对该区域范围进行再次检测, 得到精确目标范围。

2) 在构建两个空间背景模型时, 扩大样本选取范围, 将 8 邻域改为 24 邻域, 降低样本重复选取率。

3) 对于同一帧图像, 先在灰度空间模型下利用 Vibe 算法检测得到初步检测结果矩形框, 然后对矩形框内区域在 YUV 颜色空间下计算像素点差异度, 参考 Codebook 的颜色扭曲度计算方法, 计算  $Y, U, V$  空间下像素点间的色彩差异  $R_{\text{color\text{dist}}}$  和亮度差异  $R_{\text{brightness\text{dist}}}$ , 通过双阈值法, 得到最终检测结果。

4) 改变更新因子  $\delta$  大小, 将  $\delta$  从 16 变为 4, 同时对自身背景模型和邻域点背景模型中的两个样本进行更新, 加快背景模型更新速度。

## 4 实验与结果分析

实验环境采用 windows 7 64 位系统, 处理器为 Intel(R)Core(TM)i5-4590 CPU@3.30 GHz, 8 G 内存, IntelliJ IDEA 编译器, 使用了 OpenCV3.0 及 Python 语言。实验数据采用的是复杂环境下的路口交通视频数据、UMN 数据集及 ChangeDetection2014 数据集。

### 4.1 复杂背景下运动物体的检测

为观察改进的 YUV\_Vibe 融合算法的性能特点, 在复杂场景下对不同检测方法进行了测试, 实验选取室外交通路口监控视频, 为使视频中包含更为复杂的场景信息, 调节摄像机角度使其覆盖更广泛的场景。将本文改进的 YUV\_Vibe 融合算法与帧间差分法、混合高斯模型<sup>[17]</sup>和 Vibe 算法进行了实验对比<sup>[18]</sup>, 调整模型内参数  $\epsilon_1, \epsilon_2$  及  $T_{\min\text{Matched}}$ , 选取图像序列中某 2 帧的实验结果, 如图 5 所示。

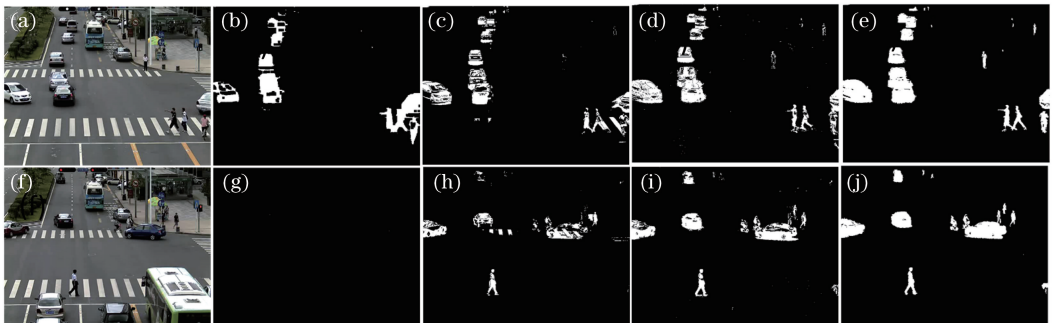


图 5 各算法室外目标检测结果。(a)(f)原图像序列;(b)(g)帧间差分法结果;(c)(h)混合高斯模型结果;(d)(i)Vibe 算法结果;(e)(j)改进方法结果

Fig. 5 Outdoor target detection effects of all algorithms. (a)(f) Original image sequences; (b)(g) results of frame difference method; (c)(h) results of Gaussian mixture model method; (d)(i) results of Vibe method; (e)(j) results of improved method

由图中检测结果与真实运动前景区域对比可知, 所使用的检测方法中帧间差分法效果最差, 有时会出现运动物体均未被检测, 且易出现大量的空洞

现象; 混合高斯模型相对帧间差分法具有较好的检测效果, 但不能很好地检测较小物体, 且存在部分误检物体; Vibe 算法取得了较好的检测效果, 但检测

结果中存在部分噪声,易产生空洞现象,视频右上角部分存在较小运动物体漏检现象;而改进的 YUV\_Vibe 融合算法能较好地检测较小运动物体,不易受噪声干扰且不易产生空洞现象,能够取得更加精确完整的前景,在去除噪声及光照影响方面具有更加优异的稳健性。因此,在室外环境复杂的状况下,改进的 YUV\_Vibe 融合算法表现了更加优异的前景



图 6 阴影实验结果对比图。(a)原图像序列;(b) Vibe 算法;(c)改进方法

Fig. 6 Comparison of the shadow experimental results. (a) Original image sequence; (b) Vibe method; (c) improved method

由实验结果可知,Vibe 算法的检测结果中包含了较多噪声,且检测出大量运动目标的阴影。而本文改进的 YUV\_Vibe 融合算法在存在大量阴影的情况下仍较为准确地检测运动目标,对阴影检测具有较好的抑制作用。因此,对于前景目标提取及目标分割的准确性来说,本文改进的 YUV\_Vibe 融合算法具有更优的检测效果,并且噪声更少,从而论证了本文算法的可靠性及有效性。

检测效果。

## 4.2 光照阴影下的运动目标检测

为进一步比较 Vibe 算法与改进的 YUV\_Vibe 融合算法的检测效果,在包含有大量光照阴影的室外场景中进行实验检测。采用 UMN 数据集中的绿地场景的视频段,抓取视频中的某一帧,实验效果对比如图 6 所示。

## 4.3 运动状态变化下的运动目标检测

为进一步论证改进的 YUV\_Vibe 融合算法对鬼影影响的消除作用,利用室外交通路口监控视频进行了实验检测分析。选取 Vibe 算法和本文方法分别对视频序列第 427 帧与第 525 帧进行检测,其中视频第 427 帧与第 525 帧包含了红绿灯路口车辆由静止到启动的过程。图像序列第 427 帧、第 525 帧的实验结果如图 7 所示。

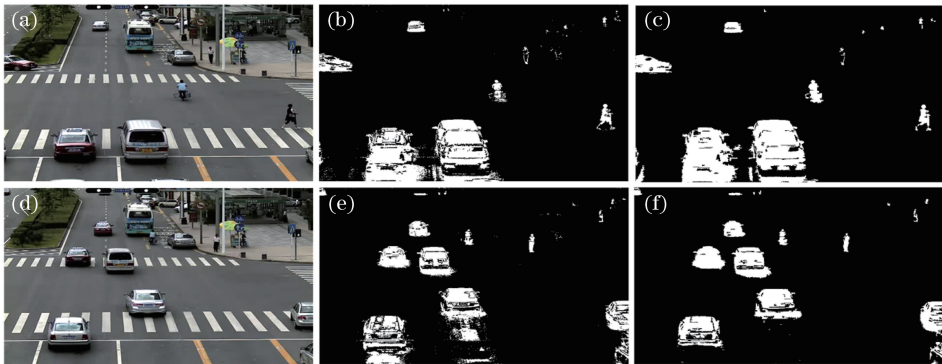


图 7 鬼影实验结果对比图。(a) 427 帧原图;(d) 525 帧原图;(b)(e) Vibe 算法结果;(c)(f)改进算法结果

Fig. 7 Comparison of the ghost experimental results. (a) Original image of 427th frame;

(d) original image of 525th frame; (b)(e) results of Vibe method; (c)(f) results of improved method

Vibe 算法对视频中包含物体由静止到运动过程的检测易产生鬼影,且鬼影消除速度较为缓慢。本文改进的 YUV\_Vibe 融合算法将  $\delta$  由 16 变为 4,将更新个数由 1 变为 2,加快了背景模型更新速率,前一秒的前景像素将很快被更新为背景,从而起到抑制鬼影的作用。在视频第 427 帧时,汽车在路口由静止变为运动状态,图 7(b)、(c)中都开始出现了鬼影现象;在视频第 525 帧时,图 7(e)中鬼影现象

仍未消失,而此时本文算法的检测结果中鬼影已基本消除。故本文改进算法能加快鬼影现象消除速率。

## 4.4 运动目标检测准确率比较

为进一步比较算法间的检测效果,分别使用精确度、误检率(FPR)两个评价指标对 Vibe 算法和改进的 YUV\_Vibe 融合算法进行实验对比分析,评价指标公式为

$$\begin{cases} P = \frac{T_p}{T_p + F_p} \\ F_{PR} = \frac{F_p}{T_N + F_p} \end{cases}, \quad (10)$$

式中  $T_p$  为正确判断成前景像素点的个数,  $T_N$  为正确分为背景像素点的个数,  $F_p$  为错误检测成前景像素点的个数。

利用该评价指标对 ChangeDetection2014 数据集进行实验检测, 得到的各个算法的指标统计结果如表 1 所示。从表中可看出, 数据统计的结果和实验检测的效果具有一致性, 本文所提算法的准确率  $P$  大于 Vibe 算法, 且其误检率  $F_{PR}$  低于 Vibe 算法, 检测速率要略低于 Vibe 算法, 但相差不大。所以总体而言, 改进的 YUV\_Vibe 融合算法检测结果优于 Vibe 算法, 在保证检测速率相差不大的情况下能对前景目标实施较好的提取。

表 1 各个算法的性能评价结果

Table 1 Appraisal result of all algorithms

Method	$P$	$F_{PR}$	Frame /s
Vibe	0.7347	0.0312	36
YUV_Vibe	0.8318	0.0218	28

## 5 结 论

针对阴影和鬼影条件下的目标检测及 Vibe 算法的现有缺点, 提出了一种改进的 YUV\_Vibe 融合算法目标检测方法, 将 Vibe 算法所具有的快速检测特性与 YUV 颜色空间阴影区分差异相融合, 优化了模型更新速率, 取得了较优的目标检测效果。基于融合双模型, YUV 模型仅对目标矩形区域进行检测, 降低了 YUV 色彩差异度的计算量, 有效地保证了检测速率。但该方法占有相对较多的空间内存, 且对于不同的场景需要先设定先验参数, 故下一步工作将对自适应的参数机制进行深入研究。

## 参 考 文 献

- [1] Qin J, Wang M H. Fast pedestrian proposal generation algorithm using online Gaussian model [J]. Acta Optica Sinica, 2016, 36(11): 1115001.  
覃剑, 王美华. 采用在线高斯模型的行人检测候选框快速生成方法 [J]. 光学学报, 2016, 36(11): 1115001.
- [2] Xu H W, Chen Q, Qian W X. Target detection algorithm based on improved single Gaussian background model [J]. Laser & Optoelectronics Progress, 2016, 53(4): 040401.

徐鸿伟, 陈钱, 钱惟贤. 基于改进的单高斯背景模型检测算法的研究 [J]. 激光与光电子学进展, 2016, 53(4): 040401.

- [3] Tian Y M, Wang D, Jia P P, *et al.* Moving object detection with ViBe and texture feature [C] // Proceedings of Pacific Rim Conference on Multimedia, 2016: 150-159.
- [4] Wang H, Song J X. Threshold based adaptive Vibe target detection algorithm [J]. Computer Science, 2015, 42(6A): 154-157.  
王辉, 宋建新. 一种基于阈值的自适应 Vibe 目标检测算法 [J]. 计算机科学, 2015, 42(6A): 154-157.
- [5] Mo S W, Deng X P, Wang S, *et al.* Moving object detection algorithm based on improved visual background extractor [J]. Acta Optica Sinica, 2016, 36(6): 0615001.  
莫邵文, 邓新蒲, 王帅, 等. 基于改进视觉背景提取的运动目标检测算法 [J]. 光学学报, 2016, 36(6): 0615001.
- [6] Chen H Y, Qie L Z, Yang D D, *et al.* Visual background extraction algorithm based on superpixel information feedback [J]. Acta Optica Sinica, 2017, 37(7): 0715001.  
陈海永, 鄢丽忠, 杨德东, 等. 基于超像素信息反馈的视觉背景提取算法 [J]. 光学学报, 2017, 37(7): 0715001.
- [7] Wu J S, Xu B. Vibe moving object detection method based on dynamic threshold [J]. Computer Engineering and Applications, 2017, 53(11): 182-186.  
吴建胜, 徐博. 动态阈值的 Vibe 运动目标检测 [J]. 计算机工程与应用, 2017, 53(11): 182-186.
- [8] Yang Y, Sun M W, Jin Y C. A vehicle detection method based on improved ViBe algorithm [J]. Journal of Chongqing University of Posts and Telecommunications(Natural Science Edition), 2014, 26(3): 397-403.  
杨勇, 孙明伟, 金裕成. 一种改进视觉背景提取 (ViBe) 算法的车辆检测方法 [J]. 重庆邮电大学学报 (自然科学版), 2014, 26(3): 397-403.
- [9] Zhao G M, Han G, Li X F, *et al.* An improved Vibe method based on frame difference of fusion [J]. Computer Technology and Development, 2015, 25(3): 76-80.  
赵光明, 韩光, 李晓飞, 等. 基于融合帧间差的改进 Vibe 方法 [J]. 计算机技术与发展, 2015, 25(3): 76-80.
- [10] He B T, Yu S H. An improved background

- subtraction method based on ViBe[C] // Proceedings of Chinese Conference on Pattern Recognition, 2016: 356-368.
- [11] Gao J, Zhu H H. Moving object detection for video surveillance based on improved ViBe [C] // Proceedings of Chinese Control and Decision Conference, 2016: 6259-6263.
- [12] Min W D, Guo X G, Han Q. An improved ViBe algorithm and its application in traffic video processing [J]. Optics and Precision Engineering, 2017, 25(3): 806-811.  
闵卫东, 郭晓光, 韩清. 改进的 ViBe 算法及其在交通视频处理中的应用 [J]. 光学精密工程, 2017, 25(3): 806-811.
- [13] Yu Y, Cao M W, Yue F. EVibe: an improved Vibe algorithm for detecting moving objects [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2014, 35(4): 924-931.  
余焯, 曹明伟, 岳峰. EVibe: 一种改进的 Vibe 运动目标检测算法 [J]. 仪器仪表学报, 2014, 35(4): 924-931.
- [14] Cheng K Y, Hui K F, Zhan Y Z, *et al.* A novel improved ViBe algorithm to accelerate the ghost suppression [C] // Proceedings of 12<sup>th</sup> International Conference on Natural Computation, Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2016: 1692-1698.
- [15] Liu S Y. An improved ViBe moving object detection algorithm based on spatial-temporal gradient of image [C] // Proceedings of International Conference on Progress in Informatics and Computing, 2016: 192-197.
- [16] Kim K, Chalidabhongse T H, Harwood D, *et al.* Real-time foreground-background segmentation using codebook model [J]. Real-Time Imaging, 2005, 11(3): 172-185.
- [17] Liang Y L, Monteiro S T, Saber E S. Gaussian processes for object detection in high resolution remote sensing images [C] // IEEE International Conference on Machine Learning and Applications, 2016: 998-1003.
- [18] Yang Y, Han D Q, Ding J K, *et al.* An improved ViBe for video moving object detection based on evidential reasoning [C] // IEEE International Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems, 2016: 26-31.