

基于 RGB 颜色空间的视频运动目标检测^①

邓小亚

四川文理学院 智能制造学院, 四川 达州 635000

摘要:为解决当前视频运动目标检测中检测精度不高以及视频颜色失真对运动目标检测的干扰问题,该文提出了一种改进的视频运动目标检测方法.比较了多种颜色空间下的运动目标检测算法,通过对视频的 RGB(Red Green Blue)颜色空间建模,根据实际情况,对不同的颜色分量赋予不同的权值,提高了该颜色空间的真实性.同时,创新性地将神经网络与颜色空间结合,通过自组织映射,实现了对视频流数据中的运动目标检测.大量的实验结果表明,该方法对提高视频运动目标检测准确率有着显著的效果.

关键词: RGB 颜色空间; 自组织映射; 神经网络; 运动目标检测

中图分类号: TP391

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2019)03-0119-05

运动目标检测是计算机视频图像处理中最基础最关键的技术,在智能视频监控、机器人导航、医学图像分析中有着重要的作用.视频中运动目标的自动检测更是成为智能视频监控的重点和热点,其目的在于通过对目标实施检测和分割实现目标的定位和跟踪.

目前常见的运动目标检测算法有帧间差分法、光流法、背景差分法^[1-2].帧间差分法用连续图像相减来实现时域差分,但一般不能完整提取出运动目标的全部特征,因此一般适用于精度不高的场合.光流法计算量大,因此实时性低.背景差分法是运动检测最常用的方法之一,对特征检测比较全面,但是对光照等动态变化比较敏感.

由于数字视频多为彩色视频,因此视频图像的颜色信息可以作为目标提取的一个重要特征.不同颜色空间反映的图像信息不同,导致颜色空间的选择成为影响前景探测性能的重要因素^[3].经典的颜色空间包括 RGB,HSV(Hue Saturation Value),LAB(L 表示亮度, A 表示从洋红色至绿色的范围, B 表示从黄色至蓝色的范围),YCbCr(Y 为颜色的亮度, Cb 和 Cr 分别为蓝色和红色的浓度偏移量)和 YUV(Y 表示明亮度, U 和 V 分别是色度和浓度)等^[4].

杨会锋等^[5]提出了一种改进的基于边缘特征和 K 均值聚类相结合的运动目标检测算法.实验表明,该方法能够有效解决噪声的影响,但是对于光照十分敏感.德国学者 Lissner 等^[6]从人类神经对色彩感知的角度出发,构建了避免亮度、色调和色度等交叉干扰的颜色空间模型.实验结果表明,该模型在图像分割领域有较好的性能,在视频的前景检测应用中并不理想.赵红雨等^[7]提出了一种基于 HSV 颜色空间的运动目标检测方法.利用 HSV 颜色空间各分量相互独立性及 H 分量对光照不敏感的特性,用自适应阈值法实现了运动目标的分割. IF_1F_2 是一种新兴的对 RGB 进行傅里叶变换之后得到的颜色空间^[8],其专用于生物显微图像领域,因此具有很大的局限性.黎洪松等^[9]采用基于自组织映射的运动模式识别方法,将自组织映射应用到视频中来.文献[10]通过自组织映射的前景探测结合 SVM(Support Vector Machine)算法实现了较理想的人体目标检测与跟踪,但这一方法缺乏能带来稳定性能的颜色空间模型.文献[11]提出一种自组织映射背景分离算法,能够在较短时间内实现视频图像前景和背景的分离,但其不适用于长时间的视

① 收稿日期: 2017-08-02

基金项目: 四川省教育厅资助项目(17ZB0377).

作者简介: 邓小亚(1977-),男,硕士,讲师,主要从事软件工程、知识工程及数字图像处理研究.

频观测. 实验证明, 自组织映射对视频背景分离有较好的效果.

1 基于 RGB 颜色空间的运动目标检测

基于颜色空间的运动目标检测算法基本流程如图 1 所示.

本文用文献[10]提到的自组织映射模型结合颜色空间来实现视频中的运动目标检测.

自组织映射模型用已知的背景场景模型进行训练, 用其像素作为训练样本, 从而判断哪些像素属于前景. 设在视频图像中某像素在位置 x 处的颜色值为 v , 则有如下公式.

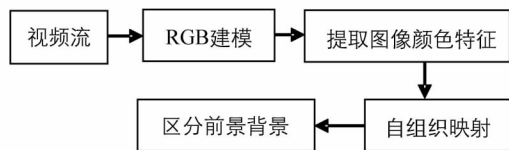


图 1 基于颜色空间的目标检测算法

$$P_x(v) = \theta\alpha, xP_x(v | \alpha) + \theta\beta, xP_x(v | \beta) \quad (1)$$

$$\theta\alpha, x + \theta\beta, x = 1 \quad (2)$$

其中 α, β, θ 分别代表背景图像、运动物体和约束参数. 公式(1)表示 v 和 x 的概率关系, 公式(2)定义约束参数.

该模型借助概率混合来表示每个像素的特性, 因而可以实现任意颜色前景目标的构建. 其构建前景一致分布模型的方法如公式(3)所示.

$$P_x(v | \beta) = f(v) \quad (3)$$

$$f(v) = \begin{cases} 1/g(C) & v \in C \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

其中 C 是总颜色空间, $g(C)$ 是 C 的三维卷积. 某个像素点处的背景色取值与场景的特征有关. 由于每个神经元可以专注于一组输入数据集, 且场景特征决定像素点的取值, 因此概率自组织映射可以处理图像中任一像素点的背景色分布.

$$P_x(v | \alpha) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_x(v | i) \quad (4)$$

在自组织映射模型中, 神经元个数由公式(4)中的 N 表示.

本文默认神经元分布于一个矩形空间, 则任意 2 个神经元 S, T 的拓扑距离可用其欧氏距离表示, 如公式(5)所示.

$$d(S, T) = \|p_S - p_T\| \quad (5)$$

其中 $d(S, T)$ 表示神经元 S, T 的拓扑距离. p_S 和 p_T 分别为 S, T 在矩形空间中的位置.

为了降低算法的计算开销, 可以将映射中的每个神经元视为一个球形高斯概率密度分布, 如式(6)所示.

$$P_x(v) = (2\pi)^{-\frac{D}{2}} \times \sigma^{-D} \times \exp\left(-\frac{\|v\|^2}{2\sigma^2}\right) \quad (6)$$

$$\sigma_2^2 \leq \sigma_x^2 \leq \sigma_1^2 \quad (7)$$

其中, σ^2 为像素点的方差, σ_1 和 σ_2 分别为 σ 的上下边界. 公式(7)的约束能够使该自组织映射模型更真实地表达输入像素的分布.

本文采用贝叶斯分类法来判断某一对象是否属于背景, 如公式(8)所示.

$$P_{a,x}(v) = \frac{\lambda_{a,x} P_x(t | \alpha)}{\lambda_{a,x} P_x(t | \alpha) + \lambda_{\beta,x} P_x(t | \beta)} \quad (8)$$

其中, $P_{a,x}(v)$ 表示输入对象 v 属于背景的概率, 则对象 v 属于前景的概率可以用公式(9)表示为

$$P_{\beta,x}(v) = 1 - P_{a,x}(v) \quad (9)$$

在实际生活中, 运动目标的检测识别总是受到摄像机失真、目标与背景同色等问题的干扰, 因此本文选择目标像素 A 的 8 邻域像素来平滑噪声带来的干扰. 其前景噪声消减可由式(10)实现.

$$P'_{\beta,A}(v) = \frac{1}{9} \sum_{B \in z(A)} \rho_{A,B} P'_{\beta,A}(v) \quad (10)$$

其中 $z(A)$ 包含 A 和它的 8 邻域像素, $\rho_{A,B}$ 表示像素 A, B 的相关系数.

在众多颜色空间中, RGB 是最常见的一种, 大多数视频采集设备都用 RGB 颜色空间的 8bit 数值来表示

采集到的数据. 为了避免不同颜色空间之间的转换, 本文直接采用 RGB 颜色空间并结合自组织映射来进行数字视频中的运动目标检测.

记颜色空间 C 中某颜色为 $v = (v_1, v_2, v_3)$, 由公式(5) 可知, 颜色 v 和 u 差距可表示为

$$d(v, u) = \|u - v\|^2$$

(11)

由于在不同场景中, 不同颜色分量所包含的信息量并不均等, 因此在 RGB 颜色空间中, 给予不同颜色分量不同的权重能够更有效地表达该场景的颜色分布. 本文通过公式(12) 来重新定义 RGB 颜色空间中颜色 v 的表示方法.

$$\tilde{v} = (a \cdot v_1, b \cdot v_2, c \cdot v_3), (a, b, c > 0)$$

(12)

$$a + b + c = 1$$

(13)

其中, 非负系数 a, b, c 分别表示不同颜色分量的权重, 公式(13) 为权重系数 a, b, c 的归一化约束.

在球形高斯数据拟合中, 只有当各维度的比例相同时才可应用式(6) 进行建模和参数学习. 本文引入颜色空间转换参数 λ , 并通过方程(14) 将颜色空间 C 转换为 C' .

$$g(C') = \lambda^3 g(C)$$

(14)

其中, $g(C) = 255^3$.

对于一个给定的背景模型, 其对称模型的均值和方差也可通过公式(15) 得到

$$\begin{aligned} \mu'_{i,x} &= \lambda \mu_{i,x} \\ (\sigma'^2_{i,x})' &= \sigma^2_{i,x} \end{aligned}$$

(15)

则转换之后模型的混合概率如公式(16) 所示.

$$P_x(\tilde{v}) = (2\pi)^{-3/2} [(\sigma^2)']^{-3/2} \times \exp\left[-\frac{\|\tilde{v}\|^2}{2(\sigma^2)'}\right] = \lambda^{-3} P_x(\tilde{v} | i)$$

(16)

结合公式(1)、公式(14), 得到公式(17)

$$P_x(v) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N P_x(v | i)$$

(17)

由公式(17) 可知, 像素分类概率并不受变参数 λ 的影响.

通过本节提出的不均等权重的 RGB 颜色空间模型, 可以改进自组织映射前景检测算法. 并且该自组织映射模型的原理可以移植至任何新的颜色空间中去. 本文提出的改进的颜色空间通过对不同颜色分量赋予不同的权重, 从而实现更真实地表示视频对象颜色和色差的目的, 进而提高运动目标的检测准确率.

2 实验及结果

本文在普通 PC 的硬件环境及 Matlab 7.0 和 Eclipse 3.3 的软件环境下, 采用视频监控设备在室内、室外各种不同背景下所采集的视频数据流, 以及 i-Lids bag and vehicle detection challenge(i-LBVDC)^[12], Audiovisual people dataset (APD)等视频处理的经典数据集作为实验样本进行实验.

根据公式(11), 实验对 a, b, c 进行了不同的取值, 从而对比不同权重下该颜色空间的性能(表 1).

表 1 各颜色分量权重取值

a	0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
b	0	0	0.1	0.1	0.2	0.1
c	1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6
a	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
b	0.2	0.3	0.1	0.2	0.3	0.4
c	0.5	0.4	0.5	0.4	0.3	0.2
a	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6
b	0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	0.2
c	0.4	0.3	0.2	0.1	0.3	0.2
a	0.6	0.7	0.7	0.8	0.1	0.1
b	0.3	0.1	0.2	0.1	0.5	0.7
c	0.1	0.2	0.1	0.1	0.4	0.2

在实验中，取测试阶段得到最高准确率的值作为后续实验中该颜色空间各颜色分量的权值。

2.1 不同算法下的前景检测准确率对比

本节通过与不同算法对比，考察本文所提出的改进算法的整体有效性。

本部分的对比算法为 BVBS 算法和 AT-SOM 模型以及文献[13]中的 KNN-SVM 算法。实验结果如表 2 所示。

表 2 不同算法的准确率对比

颜色空间	数据集			
	室内	室外	i-LBVDC	APD
BVBS	0.79	0.70	0.78	0.74
AT-SOM	0.86	0.87	0.85	0.85
KNN-SVM	0.85	0.81	0.83	0.84
本文算法	0.94	0.94	0.95	0.93

由表 2 可知，本文提出的改进算法在各对比算法中具有最高的检测准确率。通过表 1 和表 3 的对比可以看出，在提高前景检测性能方面，组分加权的颜色空间以及与自组织映射结合的检测策略均能提高视频检测效果。

2.2 不同颜色空间下运动目标检测性能

为了更加全面地考察本文算法的性能，本节将自组织映射模型结合多种颜色空间作为对比，对比颜色空间包括最常见的 RGB, HSV 和 YCbCr。实验数据集为前面所提到的室内和室外自采数据、i-LBVDC 以及 APD。实验结果如表 3 所示。

表 3 不同颜色空间中运动目标检测准确率数据样本

颜色空间	数据样本			
	i-LBVDC	APD	室内	室外
RGB	0.62	0.66	0.68	0.71
YCbCr	0.89	0.85	0.84	0.88
HSV	0.76	0.71	0.79	0.75
本文算法	0.89	0.88	0.92	0.92

为了对性能对比得到更综合的结论，实验部分还对比了各种颜色空间下运动目标检测中的 F 值，如表 4 所示。

表 4 不同颜色空间中运动目标检测 F 值对比

颜色空间	数据样本			
	i-LBVDC	APD	室内	室外
RGB	0.60	0.64	0.69	0.71
YCbCr	0.86	0.84	0.85	0.82
HSV	0.73	0.70	0.77	0.77
本文算法	0.90	0.85	0.90	0.91

表 3 和表 4 表明，本文提出的结合自组织映射和 RGB 颜色空间的算法，其实验结果明显优于 RGB, HSV 空间；对于 YCbCr 模型也具有一定的优势。

同时，本文提出的改进 RGB 颜色空间较之实验中的对比项具有更强的稳定性。

3 结 语

随着数字视频在各个领域的广泛普及和应用，运动目标识别作为视频处理的关键技术，其重要性越来越得到彰显。现有的颜色空间在视频色彩还原上或多或少会存在一定的失真，因此如何更加保真地还原数字视频真实的色彩也成为目前急需解决的难题。本文在经典 RGB 空间的基础上对各颜色分量赋予不同的权重，并结合自组织映射形成新的视频运动目标检测算法。实验结果表明，本文提出的改进颜色空间对提高运动目标检测性能有明显的辅助作用，并且具有可靠的检测准确率。

由于视频的环境复杂多变，例如夜间环境光线昏暗，或者拍照角度等问题使得在很多情况下，前景和背

景区分十分艰难。因此，后期需要提取运动目标更多、更有效的特征来实现更精准的运动目标检测。

参考文献：

[1] 杨 夏. 基于嵌入式 Linux 的运动目标跟踪视频监控系统 [J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2016, 41(11): 148-154.

[2] 蔡荣太, 吴元昊, 王明佳, 等. 视频目标跟踪算法综述 [J]. 电视技术, 2010, 34(12): 135—142.

[3] 丁 莹, 钱 锋, 范静涛, 等. 基于不同颜色空间的运动目标检测算法分析 [J]. 长春理工大学学报(自然科学版), 2012, 35(4): 1-4.

[4] MALACARA D. Color Vision and Colorimetry: Theory and Applications, Second Edition [M]. Bellingham: SPIE Press, 2012.

[5] 杨会锋, 曹 洁, 帅立国. 一种改进的运动目标检测方法 [J]. 计算机工程与应用, 2012, 48(20): 206-210.

[6] LISSNER I, URBAN P. Toward a Unified Color Space for Perception-Based Image Processing [J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2012, 21(3): 1153-1168.

[7] 赵红雨, 吴乐华, 史燕军, 等. 基于 HSV 颜色空间的运动目标检测方法 [J]. 现代电子技术, 2013, 36(12): 45-48.

[8] GUAN Tao, ZHOU Dong-xiang, XU Chao, et al, A Novel RGB Fourier Transform-Based Color Space for Optical Microscopic Image Processing [J]. Robotics and Biomimetics, 2015, 35(3): 1-8.

[9] 黎洪松, 许宝华. 一种用于视频对象编码的运动模式识别方法 [J]. 电子学报, 2007, 35(12): 2324-2328.

[10] 胡振邦. 基于 Latent SVM 的人体目标检测与跟踪方法研究 [D]. 武汉: 中国地质大学, 2013.

[11] MADDALENA L, PETROSINO A. A Self-Organizing Approach to Background Subtraction for Visual Surveillance Applications [J]. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, 2008, 17(7): 1168-1177.

[12] JIRKA V, FEDER M, PAVLOVICOVA J, et al. Face Recognition System with Automatic Training Samples Selection Using Self-Organizing Map [C]. Zadar: The 56th International Symposium of ELMAR, 2014.

[13] WU Yi-leh, TANG Cheng-yuan, YEH Yuan-ming, et al. Using Hilbert Scan on Statistical Color Space Partitioning [J]. Computers & Electrical Engineering, 2013, 39(3): 957-969.

Moving Object Detection in Video Based on RGB Color Space

DENG Xiao-ya

School of Intelligent Manufacturing, Sichuan University of Arts & Science, Dazhou Sichuan 635000, China

Abstract: To solve the problem of low detection accuracy and color distortion in moving object detection, a moving object detection method based on RGB color space has been proposed. In this passage, kinds of moving object detection methods in different color spaces have been compared. Different weights been assigned to different color components in RGB color space to enhance the reality of the color space. Neural network has been combined with color space in this passage innovatively. By self-organizing map, this passage realizes the moving object detection in digital videos. A large numbers of experimental results showed that the proposed method can improve the accuracy of moving object detection.

Key words: RGB color space; self-organizing map; neural network; moving object detection

责任编辑 夏 娟