

基于新的码书模型检测动态背景下的运动目标

贺彪,方贤勇,罗斌,吴昊

(安徽大学 计算智能与信号处理教育部重点实验室,安徽 合肥 230039)

摘要:为了能有效解决动态背景下运动目标的检测问题,给出了一种结合 HSV 颜色空间和图像分块思想的码书模型方法。这种方法可以分为三步:首先根据视频图像大小,合理确定其分块的大小;然后根据 HSV 颜色空间下的亮度和颜色扭曲度信息构造块码书模型;最后利用得到的块码书模型检测运动目标,并且同时更新此码书模型。实验结果证实:对存在动态因素的背景视频,提出的方法不仅能有效抑制伪目标的出现,而且能准确、实时地检测出真实的运动目标。

关键词:动态背景;运动目标;码书模型;HSV 颜色空间

中图分类号:TP31

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)07-0108-03

Moving Object Detection in Dynamic Background Based on a New Codebook Model

HE Biao, FANG Xian-yong, LUO Bin, WU Hao

(Ministry of Education Key Laboratory of Intelligent Computing & Signal Processing,
Anhui University, Hefei 230039, China)

Abstract: In order to effectively solve the problem of moving object detection in dynamic background, it proposes a novel method using block-based codebook model in HSV color space. The method includes the following three steps. Firstly, according to the video image size, determine the size of the block. And then build block-based codebook model based on the degree of brightness and color distortion in HSV color space. Lastly the moving object can be extracted through the model and update the codebook model. The results confirmed that the proposed method can detect the moving target effectively in real-time for the dynamic background.

Key words: dynamic background; moving object; codebook model; HSV color space

0 引言

近年来,随着计算机、网络以及图像处理、传输技术的飞速发展,视频监控技术也有了长足的发展。而对视频监控中运动目标的检测有时差法、减背景法、光流法等^[1],其中,减背景法遇到的难点之一是:若背景包括摇摆的树枝、电脑显示屏和荡漾的水波等动态因素,如何建立一个自适应的背景模型。

利用减背景法检测运动目标的方法,文献[2]做了概述。目前的研究主要分两类:一是基于单一像素的特征构造背景模型:Stauffer 和 Grimson^[3]为构造符合室外场景的多值背景模型,提出了混合高斯模型

(MOG);文献[4]采用自适应的核密度估计策略,由每个像素的颜色和光流信息建立非参数的背景模型;Kim 等^[5]提出根据每个像素点连续采样值的颜色扭曲度和亮度信息,构造紧凑的背景码书模型。二是基于区域像素的方法由区域整体特征构建背景模型:文献[6]结合尺度不变的局部三元模式和核密度估计策略建立多峰值背景模型;文献[7]在 Kim 等的基础之上,通过联合空间和时间两种信息,利用马尔可夫随机场对时空信息建模。

基于像素的方法每个像素都是独立的,虽能有效检测出运动目标的细节,但对于非静态的背景,单一像素值变化剧烈,检测结果很敏感^[8]。而基于区域的方法是对每一块像素的整体特征建立模型,相比单一的像素特征更稳定,对处理非静态背景更有效。因此,文中采用结合基于区域的方法和码书模型的优点,并引入 HSV 颜色空间^[9],实现一个新的基于块的码书模型。该码书模型同时精简码字至四个属性,这不仅加速码书的建立以及前景检测,而且实现了计算的加速和减少内存的占用,对存在动态背景的视频能实时准

收稿日期:2010-12-29;修回日期:2011-04-03

基金项目:国家自然科学基金青年科学基金项目(61003131),安徽省高等教育科学研究基金重点项目(KJ2010A010);安徽大学青年科学研究基金重点项目(2009QN009A)

作者简介:贺彪(1983-),男,硕士研究生,研究方向为数字图像处理和模式识别;方贤勇,博士,副教授,研究方向为数字图像处理和模式识别;罗斌,博士生导师,教授,研究方向为数字图像处理和模式识别。

确地检测运动目标。

1 码书模型

码书是采用量化和聚类技术对样本聚类的一种表示。码书模型^[5]则是根据亮度范围和颜色扭曲度对视频序列图像中每个像素点的连续采样值构造得到的。由于对每个像素点的采样值不同,码书所包含的码字也不同。假设 $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ 是 N 帧视频序列图像中相同位置处的一个像素采样值,其中, $x_i (i = 1, \dots, N)$ 是第 i 帧像素的 RGB 值。并将该像素处的码书记为 $Cbook = \{c_1, c_2, \dots, c_L\}$, 每个码字 $c_i (i = 1, \dots, L)$ 由 $v_i = (R_i, G_i, B_i)$ 和 $u_i = \langle I_i^{\min}, I_i^{\max}, f_i, \lambda_i, p_i, q_i \rangle$ 组成,其中 I_i^{\min} 和 I_i^{\max} 是码字对应像素的最小和最大亮度值; f 是码字出现的频率; λ 表示码字没有出现的最大时间间隔; p 和 q 是码字第一次和最后一次出现的时刻。

这个码书模型有两点不足:1) 建立初始码书时,对背景扰动剧烈的位置会误判为运动目标,从而使训练得到的样本码字不准确;2) 在精简码书时,对训练得到的初始背景码书根据 $\lambda \leq N/2$ 去除非背景码字,而由于动态背景仍可能存在 $\lambda > N/2$ 的背景码字,使得精简之后可能存在某些背景像素对应码字为空的情况。这样,在检测时,遇到背景变化剧烈的位置就会出现大量虚假前景,并陷入“恶性循环”,使得以后重复出现这些虚假前景。所以此码书模型对存在动态背景的视频并不能有效地检测出运动目标,为了更好地解决这个问题,文中在 HSV 颜色空间下提出了基于块的码书模型。

2 块码书模型

块码书模型采用在 HSV 颜色空间中,在原有码书模型的思想基础之上,对图像分块,根据每块整体的亮度范围和颜色扭曲度特征建立码书模型。

2.1 HSV 颜色空间

码书模型采用的是在 RGB 颜色空间下处理亮度和颜色信息。但是,RGB 颜色空间的亮度与 R、G 和 B 三色的关联性很强,光照一旦改变,三色都会改变^[9],因此该空间运用到动态背景的视频中比较脆弱。HSV 颜色空间却可以有效地克服 RGB 空间的这一不足,具体地讲:1) HSV 作为 RGB 颜色空间的一个非线性转换,降低了颜色之间的相关性,能够更有效区分亮度和颜色信息;2) 在现实图像中 85% 的噪声趋向在亮度的成份中,利用 HSV 颜色空间区分的亮度可以有效地去除噪声。因此,文中采用 HSV 颜色空间,代替 RGB 色彩空间。

2.2 块码书模型

块码书模型是在码书模型的基础之上,利用图像的区域特征和 HSV 空间的特点建立的背景模型。具体建立过程如下:

1) 图像分块。

把大小为 $W \times H$ 的视频序列图像分成 $m \times n$ 块 $\{B_{m,n} | m \in (1, \frac{W}{bw}), n \in (1, \frac{H}{bh})\}$, 其中 bw 为块宽, bh 为块高。可根据图像大小以及运动目标大小选择块的大小,充分利用区域的整体特征,使算法更加稳定。

2) 建立块码书模型。

对每个块 $B_{i,j} (i \in (1, m), j \in (1, n))$ 根据下文提出的(A)和(B)两个条件建立码书 $Cbook$ 。每个码书 $Cbook_{i,j} (i \in (1, m), j \in (1, n))$ 包括不同数量的码字 $Cword_i$, 其中每个码字 $Cword_i (i \in (1, L))$ 仅包括 4 个属性 $\langle \bar{H}_i, \bar{S}_i, \bar{V}_i, f_i \rangle$, 其中 \bar{H}_i 、 \bar{S}_i 和 \bar{V}_i 分别表示码字的颜色 H 、 S 和 V 的平均值, f_i 是该码字出现的频率。

块码书模型建立的两个条件是:

$$(A) (1 - V_e) \times \bar{V}_i \leq \bar{V}_i \leq (1 + V_e) \times \bar{V}_i$$

$$(B) \sqrt{(\bar{H}_i - \bar{H}_m)^2 + (\bar{S}_i - \bar{S}_m)^2} \leq D_e$$

$$\text{其中: } V_e = \varepsilon \times \frac{1}{W \times H} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W V(i, j)$$

$$D_e = \varepsilon \times$$

$$\sqrt{(\frac{1}{W \times H} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W H(i, j))^2 + (\frac{1}{W \times H} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W S(i, j))^2}$$

其中, ε 是尺度阈值变量; $H(i, j)$ 、 $S(i, j)$ 和 $V(i, j)$ 分别表示一幅图像中某个位置 HSV 空间三分量的值; \bar{H}_i 、 \bar{S}_i 和 \bar{V}_i 是当前块的 HSV 空间三分量的平均值; \bar{H}_m 、 \bar{S}_m 和 \bar{V}_m 是当前块对应码字的 HSV 空间三分量的值; V_e 和 D_e 分别表示每块像素的阈值。

采用块的 H 、 S 和 V 平均值,可以抑制局部点背景剧烈变化的影响,从而克服了码书模型中单一像素点背景扰动剧烈误判为运动目标的缺点,使得训练的样本码字更准确。码书模型^[5]对于室外视频每个像素平均需要 6 个码字就能构造背景模型,而室内仅需要 1 到 2 个码字。训练再多的样本也仅仅是为了得到较少的几个码字;同时训练样本多不仅延长了训练时间,而且精简码字时对动态背景也会造成部分背景码字为空。因此,文中采用小训练样本学习的方法,而且不再精简码字以减少背景码字为空的概率。

3) 更新块码书模型。

由于视频的背景是动态的,所以建立的块码书模

型或多或少地存在部分背景码字不完善的情况,小样本训练不精简码字也在某种程度上加重了这一问题。因此,在检测时块码书模型的更新,采用对匹配的码字做如下更新的方法:

$$Cword_m = < \frac{(\bar{H}_m, \bar{S}_m, \bar{V}_m) \times f_m + (\bar{H}_t, \bar{S}_t, \bar{V}_t)}{f_m + 1}, f_m + 1 >$$

3 实验结果与分析

文中针对视频中存在动态背景的运动目标检测,提出了块码书模型。实验用到的大小为 160×128 的 Waving Trees 和 Camouflage 两个视频选自 Wallflower^[10] 数据库,另外用到的大小为 160×128 的 Water Surface 和 Curtain 视频选自文献[11]的数据库。

3.1 实验结果

对上述四个视频采用码书模型^[5]和文中提出的块码书模型进行了对比。且文中所有实验的检测结果都没有进行形态学处理^[12],以便于比较分析。码书模型算法是对每个像素都建立码书,训练的帧数多一般设置为 200 帧。而块码书模型是对图像的每块建立码书,本实验设置的块大小为 4×2,且训练帧数较少,设置为 20~50 帧就能达到较好的检测效果。

图 1 就是块码书模型和码书模型检测结果的对比。

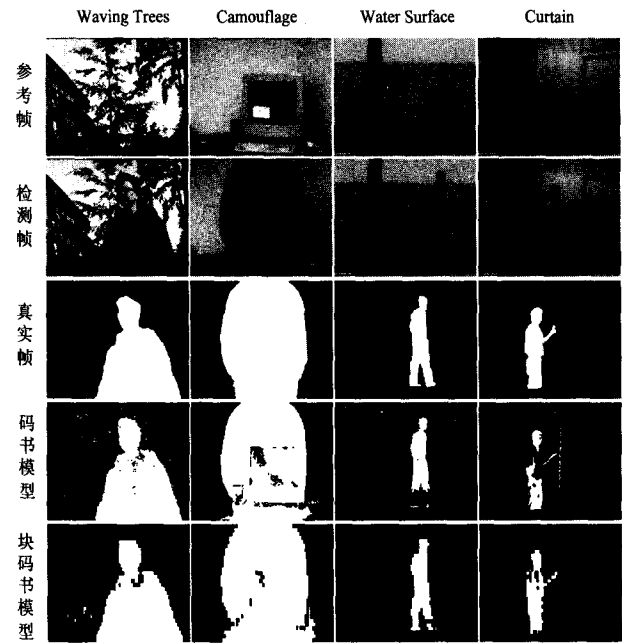


图 1 文中方法与码书模型的对比

由图 1 从直观上可知:Waving Trees 和 Water Surface 相对 Camouflage 和 Curtain 动态的背景区域更大,且扰动频繁,因此,采用 RGB 颜色空间上的单一像素建立的码书模型会导致许多伪目标出现。但是,采用文中块码书模型,由于利用了能有效区别亮度和颜色的 HSV 颜色空间,因此,检测结果基本未出现伪目标。Curtain 中运动目标的上身在亮度和颜色上都与背景很相似,所以原来的码书模型很难检测出来;而文中改进的码书模型检测结果更好。由于两种方法都是基于亮度和颜色扭曲度而建立的码书模型,因此,对于前景和背景的亮度和颜色十分相似的情况下,检测文中提出的校正码书模型结果必然都会出现空洞,只是空洞的大小不同。

3.2 定量分析

实验不仅要从直观上来分析,更要从真实的数据来分析。文献[13]提出了正确率和准确率两个概念:

正确率 = $\frac{\text{算法正确检测到的前景点个数}}{\text{真实值中前景点个数}}$

准确率 = $\frac{\text{算法正确检测到的前景点个数}}{\text{算法检测到的前景点总个数}}$

正确率和准确率体现了检测结果的不同特点,正确率高说明检出的前景空洞少,准确率高说明检出的前景伪目标少。文中从这两个方面做对比分析,其中表 1 给出了块码书模型与码书模型的检测结果统计。由表可知:文中提出的块码书模型相比码书模型,正确率或准确率都有明显的提高,特别是对那些前景和背景的亮度或颜色相似度高的视频,正确率有更大的提高,可见文中采用能有效区分亮度和颜色信息的 HSV 颜色空间是正确有效的。

4 结束语

文中在码书模型的思想基础之上,针对视频中存在动态背景如何准确实时地检测运动目标的问题,提出了在 HSV 颜色空间中基于块的码书模型,该模型有如下优点:1)利用 HSV 色彩空间有效区别亮度和色彩的特点,更准确地检测出运动目标;2)采用基于块的思想,充分利用区域的整体特征,而且码书仅需要四个属性,在很大程度上减少了对内存的占用,并降低了计算的复杂性。但是对于前景和背景颜色十分相似的情况,还需要进一步的研究和改进。

表 1 文中方法与码书模型的数据对比

方法 \ 视频/数据	Waving Trees		Camouflage		Water Surface		Curtain	
	正确率	准确率	正确率	准确率	正确率	准确率	正确率	准确率
码书模型	0.9826	0.9090	0.9483	0.9599	0.7558	0.7334	0.5620	0.7652
块码书模型	0.9666	0.9708	0.9860	0.9312	0.9038	0.9627	0.8114	0.9561

参考文献:

- [1] 代科学,李国辉,涂丹,等. 监控视频运动目标检测减背景技术的研究现状和展望[J]. 中国图象图形学报,2006,11(7):919-927.
- [2] Elhabian S Y, El-Sayed K M, Ahmed S H. Moving object detection in spatial domain using background removal techniques state-of-art[J]. Recent Patents on Computer Science,2008(1):32-54.
- [3] Stauffer C, Grimson W. Adaptive background mixture models for real-time tracking[C]//1999 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. [s. l.]:[s. n.],1999:246-252.
- [4] Mittal A, Paragios N. Motion-based background subtraction using adaptive kernel density estimation[C]//2004 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. [s. l.]:[s. n.],2004:302-309.
- [5] Kim K, Chalidabhongse T H, Harwood D, et al. Real-time foreground - background segmentation using codebook model[J]. Real-Time Imaging In Special Issue on Video Object Processing,2005(11):172-185.
- [6] Liao Shengcai, Zhao Guoying, Kellokumpu V, et al. Modeling Pixel Process with Scale Invariant Local Patterns for Background Subtraction in Complex Scenes[C]//2010 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. [s. l.]:[s. n.],2010:1301-1306.
- [7] Wu Mingjun, Peng Xianrong. Spatio-temporal context for codebook-based dynamic background subtraction[J]. AEU-International Journal of Electronics and Communications,2010,64:739-747.
- [8] Chen Yuting, Chen Chusong, Huang Chunrong, et al. Efficient hierarchical method for background subtraction[J]. Pattern Recognition,2007,40:2706 - 2715.
- [9] Zhao Ming, Bu Jiajun, Chen Chun. Robust background subtraction in HSV color space[J]. Proceedings of International Society for Optical Engineering: Multimedia Systems and Applications,2002,4861:325-332.
- [10] Toyama K, Krumm J, Brumitt B, et al. Wallflower: Principles and practice of background maintenance[C]// Seventh International Conference on Computer Vision. [s. l.]:[s. n.],1999:255-261.
- [11] Li Liyuan, Huang Weimin, Gu I Y H, et al. Foreground object detection from videos containing complex background[C]// Proceedings of the eleventh ACM international conference on Multimedia. [s. l.]:[s. n.],2003:2-10.
- [12] 张玉荣,涂铮铮,罗斌. 基于帧差和小波包分析算法的运动目标检测[J]. 计算机技术与发展,2008,18(1):136-139.
- [13] Cheung S C, Kammath C. Robust techniques for background subtraction in urban traffic video[C]// Proceedings of SPIE Electronic Imaging: Visual Communications and Image Processing. [s. l.]:[s. n.],2004:881-892.

(上接第107页)

部分是两幅图像有缩放、旋转的原因造成的。此算法运行速度较快,特别是角点检测部分,角点匹配的速度依赖于算法中的参数设置,算法融合效果好。

4 结束语

依据之前典型的拼接算法,确立了交通道路现场图像快速拼接方法,并对拼接后图像融合进行了改进。应用结果表明该方法可以完成图像无缝拼接,在交通事故现场俯视摄影数据处理技术中具备正确性、适用性和实用性。

参考文献:

- [1] 世界卫生组织. 预防道路交通伤害——世界报告(概要)[R]. 日内瓦:世界卫生组织,2004.
- [2] Tan Lidong, Xu Hongguo, Zhang Mingheng, et al. Study on the model for bird's-eye-photo geometry correction of traffic accident scene[C]//International Symposium on Safety Science and Technology. Beijing: Science Press,2008:24-27.
- [3] Szeliski R. Image alignment and stitching: A tutorial[R]. [s. l.]: Microsoft Research Microsoft Corporation on Microsoft Way Redmond,2005.
- [4] 汪成为. 灵境(虚拟现实)技术的理论,实现及应用[M]. 广西:广西科学出版社,1996.
- [5] 钟立,胡晓峰. 重叠图像拼接算法[J]. 中国图象图形学报,1998,3(5):367-370.
- [6] 冉柯柯,王继成. 基于比值法图像拼接的等比例改进算法[J]. 计算机技术与发展,2010,20(2):5-8.
- [7] 叶鹏,王琰. 一种改进的 Harris 多尺度角点检测[J]. 计算机技术与发展,2010,20(4):58-60.
- [8] Wang Y, Han J Q. Comparison of image interpolation based on numerical computation methods[C]//The Seventh International Conference on Electronic Measurement and Instrument. Beijing, China:[s. n.],2005:482-487.
- [9] 朱秀昌,刘峰,胡栋. 数字图像处理与图像通信[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2002.
- [10] Collignon A, Maes F, Delaere D, et al. Automated multimodality medical image registration using information theory[C]// Information Processing in Medical Imaging. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers,1995:263-274.
- [11] Zhu Shulong, Gen Zexun. Wavelet Theory and Its Application to Image Processing[M]. Beijing: PLA Press,1999.
- [12] 王建忠. 图像镶嵌及其边界处理[J]. 模式识别与人工智能,1993,6(3):189-195.
- [13] 侯舒维,郭宝龙. 一种图像自动拼接的快速算法[J]. 计算机工程,2005,31(24):70-72.