

基于块编码和交替更新的目标检测算法

薛 茹^{1,2}, 宋焕生^{1,3}, 付 洋¹

(1 长安大学信息工程学院, 陕西 西安 710064;

2 西藏民族学院信息工程学院, 陕西 咸阳 712082;

3 陕西省道路交通智能检测与装备工程技术研究中心, 陕西 西安 710064)

摘 要: 目标检测是视频监控技术的基础, 提出建立两个学习区域对视频图像不间断的学习, 用学习后得到的编码交替对视频进行检测. 实验证明块编码和交替更新的学习检测方法能有效记录像素块的变化, 及时剔除干扰像素块, 建立的背景模型稳定可靠, 提取的前景有较好的鲁棒性.

关键词: 目标检测; 码本; 高斯; 背景更新

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2013)06-0148-04

A Target Detection Algorithm Based on Block Encoding and Alternate Update

XUE Ru^{1,2}, SONG Huan-sheng^{1,3}, FU Yang¹

(1 Department of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China;

2 School of Information Engineering, Tibet Institute for Nationalities, Xianyang, 710082, China;

3 Shaanxi Engineering and Technique Research Center for Road and Traffic Detection, Xi'an 710064, China)

Abstract: Target detection is foundation of video monitoring technology. The paper proposed two study areas to learn the video image, alternate update and detect the video using the learned code. Experiments proved the detection method based on code and alternate update can record changes of blocks effectively, eliminate interference promptly, the established background model is stable and reliable, and the foreground of extracted has good robustness.

Key words: Target Detection; CodeBook; Gaussian mixture model(GMM); Background Updating

1 引言

视频监控系統性能好坏的关键和基础是运动目标的有效提取. 背景减技术是运动目标提取广泛应用的经典技术, 它通过当前帧图像减去背景图像而提取出运动目标, 实际检测场景中存在太多的不确定因素(比如光线变化、树木晃动), 因此不可能直接通过背景减获得运动目标, 这样就需要通过场景中的图像序列对背景建立模型.

目前背景减技术建模方法很多, 比如单高斯方法模型^[1], 它是针对每个背景像素的均值和标准偏差进行统计. 文献[2-3]中提出的方法对处理变化剧烈的场景时效果不理想, 并且计算复杂度较大. 为了克服这个问题, 提出了非参数的方法^[4], 文献[5]中用灰度图像作为输入, 修改边界的亮度和更正亮度条件匹配的部分; 文献[6]中将 LBP(Local Binary Pattern) 和单高斯分布(Single Gaussian) 作为前景检测的判决条件; 文献[7]中采用一个阈值判断最大

收稿日期: 2012-07-12; **修回日期:** 2012-09-18

基金项目: 陕西省科技攻关计划项目(2011k06-32); 中央高校基本科研业务费专项资金(CHD2011TD012); 长安大学科技创新重点项目和陕西省道路交通智能检测与装备工程技术研究中心开放基金; 西藏民族学院青年学人培育计划资助项目(12myQP07)

负游程长度,只有像素的负游程长度大于阈值的作为匹配的部分;基于盒子的码本模型^[8]中提到通过计算输入像素和颜色盒子的差;文献[9]中用马尔科夫随机场模拟检测场景中的时空背景,在前景检测过程中获得了更高的准确率;文献[10]中通过像素块和像素两个级别对图像进行编码,来提取运动目标。

这些文献大部分是对单个像素应用码本的方法进行建模,在建模过程中像素是独立的,但是编码和更新过程过于复杂,影响了前景检测的实时性。为了有效地提取前景需要对视频图像进行在线学习并进行聚类分析。对连续图像中的像素进行分析需要占据大量内存,影响计算速度,另外实际视频场景中像素之间相关性较大,因此从像素分块的角度对视频图像进行学习能有效提高视频检测效率,增强前景检测的鲁棒性。

2 背景模型

本文的提出的基于块编码算法采用量子聚类分析技术,根据学习的视频序列对背景建立模型。在学习过程中,对每个像素块对其灰度值进行聚类分析,划分为不同的类,每一类由一组编码组成,像素块的编码就由一个或者多个码元组成,每个块编码的码元长度不同。码元代表的每个类不一定是高斯或者其他分布。背景模型是以像素块为基础的,目标检测包括参测像素块均值范围和均值变化。如果被检测视频像素块符合两个条件,该块归类为背景(1)像素块均值小于阈值,和(2)块均值在最大和最小均值范围内。否则,它被分类为前景。具体方法如下:

将一幅图灰度图分为不重叠的块^[10],每个块由 $M \times N$ 个像素组成, $x_1, x_2, \dots, x_m$ 为组成块的 m 个像素 ($m = M \times N$)。则 m 个像素组成的像素块的均值为: $\bar{x} = \sum_{i=1}^m x_i$; 根据均值确定最大均值 I_{hi} 和最小均值 I_{low} 。

$$I_{hi} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i / x_i \geq \bar{x})}{q},$$

$$I_{low} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i / x_i < \bar{x})}{m - q};$$

式中, q 为像素块中其灰度值大于等于均值的像素个数,如果 $q = 0$ 或 m , $I_{hi} = \bar{x}$ 或 $I_{low} = \bar{x}$; 那么每个

块向量由 (I_{hi}, I_{low}) 表示。

对于一个像素块的学习序列 X , 它由 N 个相应的像素块组成 $X = \{x_{b1}, x_{b2}, \dots, x_{bm}\}$, 组成每个块的编码 C 包含 L 个码元 $C = \{c_1, c_2, \dots, c_l\}$, 每个编码有不同数量的码元, 每个码元编码 $\{I_b, I_{low}, I_{hi}, f, \lambda, p, q\}$ 组成。其中 I_b 为像素块的均值; I_{low}, I_{hi} : 分别表示所有采样像素块均值的最大和最小值; f 为码元出现的频率; λ 为学习期间码元没有出现的最大时间间隔; p, q : 分别表示码元建立时间和最后一次被访问的时间。在学习初期使码元长度为 0, 编码为空。在学习时间内对一个块进行采样: 如果码本中没有码元, 当前块的参数就被确认为码元, 作为一个聚类; 如果编码中存在码元, 就用新的学习块与编码中每个码元组成聚类的参数进行比较, 如果匹配, 就用当前块参数更新该码元值, 否则将当前块参数作为一个聚类添加到编码中。具体算法如下:

1. $L = 0, l = \varphi$;

2. $t = 1 \dots N$;

3. $I_{b,t}$ 为 t 时刻输入像素块, $I_{b,t} = (x_{b,t})$

• 检测块 $I_{b,t}$ 是否匹配码本中码元 c_m 的条件:

$$(a) I_{b,t} - I_{b,m} \leq \varepsilon \quad (1)$$

$$(b) I_{low,m} < I_{b,t} < I_{hi,m} \quad (2)$$

• 如果 $l = \varphi$ 或者没有匹配的 c_m , 那么令 $L = L + 1$. 建立一个新的码元 c_L , 并且编码值分别为 $< I_{b,t}, I_{hi,t}, I_{low,t}, 1, t-1, t, t >$

• 否则, 更新匹配的码元 c_m : 原来的码元 $\{I_{b,m}, I_{low,m}, I_{hi,m}, f_m, \lambda_m, p_m, q_m\}$ 被更新为 $\{\frac{I_{b,t} + f_m I_{b,m}}{f_m + 1}, \max\{I_{hi,m}, I_{hi,t}\}, \min\{I_{low,m}, I_{low,t}\}, f_m + 1, \max\{\lambda_m, t - q_m\}, p_m, t\}$

4. 当学习完毕后, 就开始对后续的视频帧进行检测, 若有像素块满足(a)、(b), 则该块属于背景, 否则为前景

算法中, 下标有 m 的表示原码元中的元素, 下标中有 t 的表示 t 时刻的码元元素。

3 背景更新

在对像素块学习结束以后, 我们用学习结果中像素块的编码和检测视频帧中相应的像素块编码进行对比, 如果匹配则认为是前景, 否则认为是背景。可是在实际场景中外界环境变化是没有规律的: 比如一辆车进入检测范围然后停止, 由前景变为背景; 光线由

亮变暗的反复变化等;就需要对像素块不断进行学习.学习时间过长系统容量变大,并且像素块的编码会变长,将一些不重要的变化记录下来造成干扰;学习时间过短记录不到像素块的变化规律;因此我们采用对像素块进行交替学习和更新的方法,基本思想是:确定学习帧数为 L ,在内存中开辟两块同样大小的内存空间 A 和 B , (1) 在 A 区中先对首先读入的 $1-L$ 个视频的像素块进行学习并编码,然后用该编码对后续的 $L-2L$ 视频帧进行检测; (2) 同时在 B 区对该 $L-2L$ 帧进行学习并编码,再用 B 区的编码对 $2L-3L$ 帧进行检测的; (3) 同时,丢弃 A 区中学习的结果,对 $2L-3L$ 帧在 A 区进行学习并编码,再对第 $3L-4L$ 帧进行检测; (4) 丢弃 B 区原来的结果,在 B 区学习第 $3L-4L$ 帧并编码,对 $4L-5L$ 帧进行检测; (5) 重复 (3) - (4). 具体算法如下所示:

- (1) 读取第 n 帧,如果 $n < L$,在 A 区学习并编码;
- (2) 如果 $n > L$,
 - ①If $(n/L)\%2 == 0$, 在 A 区学习并编码;
 - else 在 B 区学习并编码;
 - ②If $n\%L == 0$, 消除当前学习区中 $\lambda > \delta$ 的码元,并清除另一学习区中的旧码元;
 - Else if $((n-1)/L)\%2 == 1$, 根据 A 区的学习编码检测前景;
 - Else 根据 B 区的学习编码更新前景.
- (3) 读取第 $n+1$ 帧,重复(1),(2).

算法计算过程中 δ 为码元出现间隔的阈值,根据训练帧 L 的长度制定. 交替对视频序列进行学习编码和更新背景能实时记录像素块的变化情况,在复杂场景中能根据现场情况更新编码中的码元,提高获得前景的效果,降低噪声的影响.

4 实验效果分析

本文的算法是将视频中的彩色图像转换成灰度图,针对灰度图象的像素块进行设计,实验中使用的块大小根据图像的大小进行设定,对块大小的选取,要考虑到某一像素在不同分辨率率的图像中所占的比重不同;不能用大块去分割分辨率小的图像,这样会引起图像边缘不平滑,导致图像的失真率变大. 因此在实验中,针对不同分辨率的图像,采用了不同的块大小.

4.1 实验结果

实验视频采用 WavingTree 视频库进行学习编

码提取前景,视频的分辨率为 160×120 ,像素块大小为 3×2 ,学习帧 $L = 100$;像素块均值距离 $\epsilon = 10$,码元没出现的时间间隔 $\delta = 50$. 从实验中可以看到,和标准码本及其改进的方法相比较,本文提出的方法能有效地在动态场景中检测到前景. 实验中的视频中,树木晃动较大,GMM 方法能清晰提取前景,但是树木晃动引起的干扰不能很好地剔除;标准码本方法^[4],及其文献^[5,7,10]的改进算法,虽然也能很好的提取前景,但是随着学习时间延续,外界干扰也越来越大;而本文提出的方法在提取的前景干扰少,目标图像比较清晰,由于运算方法简单,并且采用交替更新的方法,实时性较好,提取前景的鲁棒性效果明显.

4.2 定量分析

为了定量的分析本文提取方法的特点,针对其大小均为 640×480 的视频 video1,和 video2,video1 视频是在公园中,拍摄视频时树木晃动较小;video2 是在湖边拍摄,树木晃动较大,光线变化大. 针对这两个视频,本文分别用混合高斯^[1]、经典码本^[6]和本文的算法进行前景的提取.

具体结果见表 1. 从表 1 中可以明显的看出,本文提出的方法有较高的精确度. 另外,通过在有 2GB 内存的计算机,VC6 语言环境下运行,得到 GMM、CB 和本文方法的平均速度(如表 2 所示),从表中可以看到,和高斯^[1]、码本^[4]方法比较,本文方法无论在学习还是提取前景方面效果比较理想.

表 1 video1 和 video2 检测结果比较

提取方法		真报警率	误报警率	精确度
GMM ^[1]	Video1	0.93	0.03	0.84
	Video2	0.92	0.02	0.87
CB ^[5]	Video1	0.92	0.01	0.90
	Video2	0.90	0.02	0.89
本文方法	Video1	0.97	0.03	0.93
	Video2	0.94	0.03	0.91

表 2 方法法平均处理速度比较

提取方法	学习时间(帧/秒)	前景检测时间(帧/秒)
GMM ^[1]	20.7	28.9
CB ^[3]	24.3	30.3
本文方法	26.7	31.3

5 结束语

提出针对灰度图象的像素块进行编码和交替更

新的目标检测新方法,有效利用了像素之间的相关性和更新的连续性.对灰度图象的像素块进行编码,在树木剧烈晃动和光线不断变化情况下,交替更新方法仍能实时更新变化的背景,有效提取运动目标.从实验结果可以看出,和经典的码本和高斯算法比较,本文方法的检测率、检测速度都比较好.

参考文献:

- [1] McKenna S, Jabri S, Duric Z, et al. Tracking groups of people[J]. Comput Vis Image Underst, 2000(80):42 - 56.
- [2] Zivkovic Z. Improved adaptive gaussian mixture model for background subtraction[C]//International Conference on Pattern Recognition, (ICPR 2004), Cambridge, UK:IEEE, 2004:28 - 31.
- [3] Chen J, Yang J, Zhou, Y, et al. Flexible background mixture models for foreground segmentation[J]. Image Vision Comput, 2006(24):473 - 482.
- [4] Kim K, Chalidabhongse T, Harwood D, et al. Real-time foreground-background segmentation using code-Book model[J]. Real-Time Imaging, 2005(11):172 - 185.
- [5] Sigari M H, Fathy M. Real-time background modeling/subtraction using two-layer codebook model[J]. IMECS 2008(1):717-720.
- [6] Ilyas A, Scuturici M, Miguët S. Real time foreground-background segmentation using a modified codebook model[C]// IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance. Hongkong:IEEE, 2009:978-988.
- [7] Tu Q, Xu Y, Zhou M. Box-based codebook model for real-time objects detection[C]// proceedings of the 7th word Congress on Intelligent Control and Automation. [s. l.];IEEE, 2008:7621-7625.
- [8] Wu M, Peng X. Spatio-temporal context for codebook-based dynamic background subtraction[J]. International Journal of Electronics and Communications, 2010(64):739-747.
- [9] Li Y, Chen F, Xu W. Gaussian-based codebook model for video background subtraction[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2006(4222):762-765.
- [10] Guo Jing-Ming, Hsu Chhih-Sheng. Hierarchical method for foreground detection using codebook model[C]// Proceeding of 2010 IEEE17th International Conference on Image Processing. Hong Kong:IEEE, 2010: 26-29.

作者简介:

薛茹女, (1974—), 博士生, 副教授. 研究方向为数字图像处理理论及技术、智能交通理论与应用.