

基于改进 Jung 方法的实时背景提取算法

张挺, 赵向东, 李文军, 柴智

(光学与电磁辐射国防科技重点实验室, 北京 100854)

摘要: 结合帧间差分信息和 Jung 背景提取算法, 提出了一种改进的用于运动目标检测的实时背景提取算法。该算法利用视频连续图像帧之间的差异信息加速背景更新过程, 提取的背景图像能够快速适应背景中物体的变化, 同时保留了基本 Jung 背景提取方法结构简单、运算速度快的特点。在 PETS2001 数据集上对本算法进行了有效性验证, 实验结果表明, 该算法可以实时准确地提取背景图像。

关键词: 背景提取; 迭代更新; 帧间差分; 背景差分

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)09-0041-03

An improved real-time background extraction algorithm based on Jung's method

Zhang Ting, Zhao Xiangdong, Li Wenjun, Chai Zhi

(The Science and Technology on Optical Radiation Laboratory, Beijing 100854, China)

Abstract: By combining the Jung's background extraction algorithm and difference information between the adjacent frames, an improved background extraction method is proposed in this paper. In order to accelerate the method, the difference information between the adjacent frames is employed. The background image extracted by the proposed method can adapt the change of the image sequence quickly, preserving the advantages of Jung's algorithm at the same time. The validity of the proposed algorithm is demonstrated through the PETS2001 data sets. The experiment results show that the background image can be real-time extracted accurately.

Key words: background extraction; iterative updating; adjacent frames difference; background subtraction

智能视频监控系统通过对摄像机获取的视频图像序列进行处理, 检测出运动目标, 对异常目标自动报警。准确、实时的运动目标检测是智能视频监视系统的关键技术。

运动目标检测的主要方法有光流法^[1]、帧间差分法^[2]和背景差分法^[2]。光流法检测精度高, 但实现过程复杂耗时, 不适用于实时目标检测应用; 帧间差分法通过对视频相邻图像帧差分实现运动检测。由于运动目标的速度和大小存在差异, 且运动速度会随时变化, 因此, 如果差分间隔帧数选择不当, 差分后的图像存在较大空洞, 影响检测效果。背景差分法首先提取视频中静止物体图像作为背景图像, 通过当前帧图像和背景图像差分运算获取图像中运动目标。背景差分法克服了帧间差分法需要人工选择帧频的缺点, 同时能够更加完整地检测出运动目标。背景差分法的关键在于能否准确、快速地提取背景。针对背景提取问题, 本文提出了改进的基于 Jung^[3]

算法的背景提取算法。该算法继承了 Jung 算法原理简单、易于实现和不容易受到噪声影响等优点, 同时通过判断相邻图像帧差异自适应地提高了背景更新速率。

1 背景提取算法简介

背景差分法中已有的背景提取算法主要有多帧均值法^[4]、多帧中值法^[5]、Surendra 背景更新算法^[6]和基于混合高斯模型的背景提取算法等。

1.1 多帧均值法

多帧均值法对视频中的 k 帧图像进行平均作为背景图像, 如式(1)所示:

$$B(x, y) = \left(\sum_{i=1}^k I_i(x, y) \right) / k \quad (1)$$

其中, $I_i(x, y)$ 代表采集的第 i 帧中坐标 (x, y) 处像素值, $B(x, y)$ 代表计算出的背景图像中坐标 (x, y) 处像素值。

多帧均值法运算原理简单、速度快, 但图像每一帧的变化都会影响背景提取结果, 准确度低。

1.2 多帧中值法

多帧中值法取视频序列图像的统计中值作为背景图像,如式(2)所示:

$$B(x,y)=\text{Med}\{I_0(x,y),I_1(x,y),I_2(x,y),\dots,I_k(x,y)\} \quad (2)$$

其中, $I_i(x,y)$ 代表采集的第*i*帧中坐标 (x,y) 处像素值, $B(x,y)$ 代表计算出的背景图像中坐标 (x,y) 处像素值, Med 表示取中值。

多帧中值法克服了均值法的缺点,对图像变化的干扰有一定的抑制作用,但计算过程中需要对多帧像素值进行排序操作,运算速度慢。

1.3 Surendra 背景更新算法

Surendra 背景提取算法的思想是:对相邻帧差分图像进行阈值分割,保持相邻帧变化小的区域像素值,对变化大的区域以学习率进行加权更新,更新过程描述如下。

(1)求当前帧和前一帧的差分 BW_k ,如式(3)所示:

$$BW_k = \begin{cases} 1, & \text{abs}(I_k - I_{k-1}) \geq T \\ 0, & \text{abs}(I_k - I_{k-1}) < T \end{cases} \quad (3)$$

其中, I_k 和 I_{k-1} 分别是当前帧和前一帧, $\text{abs}(I_k - I_{k-1})$ 是连续两帧的图像差值, T 是差分阈值。

(2)由二值图像更新背景:

$$B_k(x,y) = \begin{cases} B_{k-1}(x,y), & BW_k(x,y) = 1 \\ \alpha I_k + (1-\alpha)B_{k-1}(x,y), & BW_k(x,y) = 0 \end{cases} \quad (4)$$

其中, $B_k(x,y)$ 和 $BW_k(x,y)$ 分别为背景图像和二值图像在点 (x,y) 处的值, α 为更新速度因子。

Surendra 背景提取算法在采用合适阈值对差分图像进行分割的情况下具有良好的背景提取效果,但针对不同视频分割阈值有所差异。选择合适的固定阈值需要先验知识,如果对每一帧差分图像进行自适应分割,时间开销大,不能满足实时性要求。

1.4 混合高斯模型法

混合高斯模型法对视频图像帧中的像素点采用混合高斯模型建模,依据模型参数计算出背景图像。此算法建立的背景图像准确度高,但建模过程运算量大,很难达到实时性要求。

2 改进的基于 Jung 算法的背景提取算法

针对以上几种算法的缺陷,本文提出了改进的基于 Jung 算法的背景提取算法。

2.1 Jung 背景提取算法

Jung 提出的基于迭代更新的背景图像提取算法可以描述为:

$$B_{k+1}(x,y) = \begin{cases} B_k(x,y)+1, & B_k(x,y) < I_k(x,y) \\ B_k(x,y)-1, & \text{其他} \end{cases} \quad (5)$$

其中, $B_k(x,y)$ 和 $I_k(x,y)$ 分别表示第*k*次迭代后,背景图像和当前图像在 (x,y) 坐标处的像素值。

Jung 算法的背景更新策略为:如果当前图像帧像素值大于当前背景帧对应像素值,则更新后背景帧为当前背景帧对应像素值加 1;否则,当前背景帧像素值减 1。Jung 算法的背景更新策略示意图如图 1 所示。

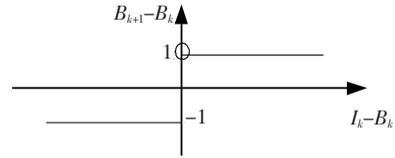


图 1 Jung 算法的背景更新示意图

Jung 背景提取算法不容易受到背景中噪声的影响,即使很大的噪声也只造成背景像素一个灰度级的改变;同时该算法结构简单,只用到加减运算,处理速度快。该算法也存在明显的缺陷,即每帧更新变化量为 1 个灰度级,更新速度慢,对于背景中物体变化的适应性差。

2.2 改进的基于 Jung 算法的背景提取算法

为了提高 Jung 算法背景提取速率,本文提出一种改进的更新算法,即:

$$B_{k+1}(x,y) = \begin{cases} B_k(x,y)+m, & I_k(x,y)-B_k(x,y) > 1 \\ B_k(x,y), & |I_k(x,y)-B_k(x,y)| \leq 1 \\ B_k(x,y)-m, & I_k(x,y)-B_k(x,y) < -1 \end{cases} \quad (6)$$

如果当前帧和当前背景帧对应像素的差值在 1 个灰度级内,则更新过程中不对该像素进行改变,以保持对噪声干扰的鲁棒性;当灰度差值大于 1 个灰度级时,为了自适应地提高更新速率,按照 m 个灰度级进行更新。 m 的取值规则可以表示为:

$$m = \begin{cases} \alpha |I_k(x,y)-B_k(x,y)|, & |I_k(x,y)-I_{k-1}(x,y)| \leq 1 \\ 1, & \text{其他} \end{cases} \quad (7)$$

式(7)中定义,如果连续两帧图像在某一像素点数值没有明显变化且都与当前背景有明显区别时,按照当前帧与背景帧的像素差对背景帧进行以更新率为 α 的加权更新。像素更新值 m 体现了当前帧与相邻帧以及当前背景帧的差异信息。改进的算法保持了原有算法运算简单、计算量小及对干扰的鲁棒性强等优点,同时提高了算法对背景变化时的适应能力。改进算法的背景更新策略示意图如图 2 所示。

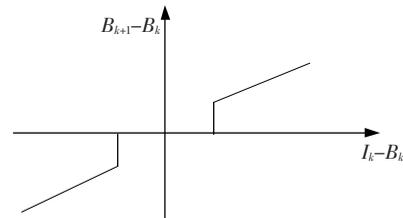


图 2 基于 Jung 算法的改进算法的背景更新示意图

3 实验结果与分析

通过对比实验对本文提出的算法的有效性进行验证。实验平台为普通 PC(CPU 为 Core 2 Duo@2.6 GHz,内存为 2 GB),编程环境为 Matlab R2009a。实验结果如图 3 和图 4 所示。

图 3(a)为视频序列中的某一帧,图中车和人进入场景,不断移动;图 3(b)为通过本算法提取的背景图像;图 3(c)为背景差分图像,运动前景中的人和车都被完

整地检测出来。改进的 Jung 迭代更新算法能较好地恢复出背景图像,同时运算效率高,能够满足实时性要求。本文更新率参数 $\alpha=0.4$ 。



(a)真实场景图 (b)提取的背景图 (c)背景差分图

图3 改进的 Jung 迭代更新算法背景提取效果图

图4为在同一场景下5种背景提取算法得到的结果比较。使用的样本为 PETS2001,分辨率为 350×700 ,选取900帧,每隔20帧抽取一帧,进行背景更新。

图4(a)为真实的背景图像,图中白色小车和停在弧顶处黑色小车进入视野并长期停留成为背景一部分;图4(b)为多帧均值法提取的背景图像,白色小车和弧顶处黑色小车颜色较浅;图4(c)为多帧中值法提取的背景图像,白色小车颜色有浅有深;图4(d)是 Surendra 算法提取的背景;图4(e)是 Jung 算法提取的背景,白色小车和黑色小车都非常虚,形成了“鬼影”现象;图4(f)是改进的 Jung 算法提取的背景图像。5种算法的用时如表1所示。



(a)真实背景图

(b)多帧均值法提取的背景图

(c)多帧中值法提取的背景图

(d)Surendra 算法提取的背景图

(e)Jung 算法提取的背景图

(f)改进的 Jung 算法提取的背景图

图4 5种算法的提取背景效果图比较

表1 5种算法用时

算法	用时/s
多帧均值法	0.950
多帧中值法	9.627
Surendra 算法	3.622
Jung 算法	2.447
改进的 Jung 算法	3.645

多帧均值法提取的背景受所有视频帧影响,对背景中曾经处于运动状态的物体提取不充分。多帧中值法的效果较均值法有所改善,但多种运动目标在同一区域出

现影响了背景提取效果;同时中值法排序过程非常耗时,影响了算法的实时性。Surendra 背景提取算法在阈值选取合适的前提下效果较好,本文通过大量实验,选择阈值 $T=10$ 。由于 Surendra 算法阈值选取需要人工参与,阈值选取不同,背景提取后的效果也差别较大,同时对于不同的场景,阈值选取也不同,因此增加了背景提取的难度。Jung 算法由于更新速率过慢,当背景改变较大时不能及时更新,图中白色小车和弧顶处黑色小车提取都不充分,形成了“鬼影”现象。改进的 Jung 算法克服了 Jung 算法的缺点,在算法效果和运行速度上均取得了尚佳的表现,同时算法中没有待定参数,也克服了 Surendra 算法的缺点。

本文提出了一种改进的基于 Jung 算法的背景提取算法,该算法充分考虑了帧间差分信息以及当前帧和背景帧信息,原理简单、计算量小、易于实现、运算效率高且背景提取效果良好,能够较好地处理运动前景成为背景或者背景中物体运动成为前景的情况;同时利用帧间差分信息,自适应地对背景进行更新,有效地克服了 Jung 算法更新速率过慢的缺陷。实验结果表明,本文提出的算法具有良好的实用价值。

参考文献

- [1] LUCAS B, KANADE T. An iterative image registration technique with an application to stereo vision[C]. Proceedings of DARPA IU Workshop, 1981: 121-130.
- [2] LEE S U, CHUNG S Y, PARK R H. A comparative performance study of several global thresholding techniques for segmentation[J]. Computer Vision, Graphics and Image Processing, 1990, 50(2): 171-190.
- [3] JUNG Y K, LEE K W, HO Y S. Content-based event retrieval using semantic scene interpretation for automated traffic surveillance [J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2001, 2(3): 151-152.
- [4] 何云,许建龙,孙树森,等. 一种改进的视频监控背景更新算法[J]. 浙江理工大学学报, 2010, 27(4): 585-587.
- [5] GLOYER B, AGHAJAN H K, SIUK Y, et al. Video-based freeway monitoring system using recursive vehicle tracking[C]. Image and Video Processing, 1995: 173-180.
- [6] GUPTA S, MASOUD O, MARTIN R F K. Detection and classification of vehicles[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2002, 3(1): 37-40.

(收稿日期: 2012-02-17)

作者简介:

张挺,男,1985年生,硕士研究生,助理工程师,主要研究方向:目标检测与目标跟踪。

李文军,男,1962年生,研究员,硕士研究生导师,主要研究方向:红外图像处理。

柴智,男,1980年生,高级工程师,主要研究方向:图像处理与模式识别。