

8-17-2020

DGETMW: Motion Video Tracking Based on Memory Watershed Disc Gradient Expansion Template

Wei Wei

School of Electrical and Information Engineering, Anhui University of Science & Technology, Huainan 232001, China;

Kongping Wu

School of Electrical and Information Engineering, Anhui University of Science & Technology, Huainan 232001, China;

Laigong Guo

School of Electrical and Information Engineering, Anhui University of Science & Technology, Huainan 232001, China;

Qin Meng

School of Electrical and Information Engineering, Anhui University of Science & Technology, Huainan 232001, China;

Follow this and additional works at: <https://dc-china-simulation.researchcommons.org/journal>



Part of the [Artificial Intelligence and Robotics Commons](#), [Computer Engineering Commons](#), [Numerical Analysis and Scientific Computing Commons](#), [Operations Research](#), [Systems Engineering and Industrial Engineering Commons](#), and the [Systems Science Commons](#)

This Paper is brought to you for free and open access by Journal of System Simulation. It has been accepted for inclusion in Journal of System Simulation by an authorized editor of Journal of System Simulation.

DGETMW: Motion Video Tracking Based on Memory Watershed Disc Gradient Expansion Template

Abstract

Abstract: In order to obtain ideal detection results of moving object, a new video moving object detection algorithm based on labeling watershed and detection algorithm and morphology were proposed. *The image was pre-processed by diffusion model to eliminate noise interference on object detection, and the difference algorithm was used to extract outline of moving object.. Morphological operations were used to process the target outline, and marked watershed algorithm was used to segment moving object and performance was tested by simulation experiments.* The simulation results show that the proposed algorithm can prevent over segmentation problems and accurately detect moving object from complex background, not only improve the detection accuracy but accelerate the speed of moving object detection.

Keywords

video tracking, memory, watershed, disc gradient, expansion

Recommended Citation

Wei Wei, Wu Kongping, Guo Laigong, Qin Meng. DGETMW: Motion Video Tracking Based on Memory Watershed Disc Gradient Expansion Template[J]. Journal of System Simulation, 2016, 28(2): 462-467.

记忆分水岭圆盘梯度膨胀模板运动视频跟踪

魏巍, 吴孔平, 郭来功, 秦蒙

(安徽理工大学 电气与信息工程学院, 安徽 淮南 232001)

摘要: 为进一步提高运动视频中目标跟踪检测的准确度, 提出记忆分水岭圆盘梯度膨胀模板运动视频跟踪算法。对于运动视频图像采用异向扩散对运动视频图像执行预处理, 降低运动目标跟踪检测存在的噪声干扰, 并利用差分操作和形态学操作对运动物体外形轮廓进行提取和操作, 针对分水岭算法存在的过分割问题, 基于特征记忆实现分水岭算法的目标标记与分割, 并基于圆盘梯度膨胀模板, 实现运动目标精确检测; 通过实验对比显示, 所提算法在运动目标的复杂背景检测应用中, 不仅可实现运动目标的检测精度提升, 同时可实现算法计算速度的大幅提升。

关键词: 视频跟踪; 记忆; 分水岭; 圆盘梯度; 膨胀

中图分类号: TP391 文献标识码: A 文章编号: 1004-731X (2016) 02-0462-06

DGETMW: Motion Video Tracking Based on Memory Watershed Disc Gradient Expansion Template

Wei Wei, Wu Kongping, Guo Laigong, Qin Meng

(School of Electrical and Information Engineering, Anhui University of Science & Technology, Huainan 232001, China)

Abstract: In order to obtain ideal detection results of moving object, a new video moving object detection algorithm based on labeling watershed and detection algorithm and morphology were proposed. *The image was pre-processed by diffusion model to eliminate noise interference on object detection, and the difference algorithm was used to extract outline of moving object.. Morphological operations were used to process the target outline, and marked watershed algorithm was used to segment moving object and performance was tested by simulation experiments.* The simulation results show that the proposed algorithm can prevent over segmentation problems and accurately detect moving object from complex background, not only improve the detection accuracy but accelerate the speed of moving object detection.

Keywords: video tracking; memory; watershed; disc gradient; expansion

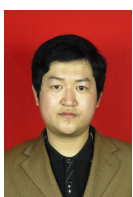
引言

随着运动对象在视频监控中研究技术的逐步成熟, 其算法在银行监控、小区监控等关系国计民生领域应用广泛, 而对于运动对象的监控是该领域

研究的重点和难点。通常在噪声干扰复杂环境下, 是否能够对运动目标进行完整真实的检测和再现, 是检验目标跟踪算法的重要指标^[1]。

运动目标检测主要包含运动目标的跟踪、目标分类及目标行为诠释等方面, 是视频序列处理的基础和关键性部分^[2]。当前对于运动检测的研究主要集中在如下3个方面:

一是运动图像的光流分析法, 如文献[3], 该检测方式主要存在的问题是, 算法实现过于复杂限制实际应用价值, 并且文献[4]指出该算法的抗噪能力不佳; 二是基于图像相邻帧梯度检测的运动检测算法,



收稿日期: 2015-06-13 修回日期: 2015-07-26;
基金项目: 安徽理工大学青年教师科学研究基金(QN201311); 安徽理工大学大学生创新创业训练计划项目(AH201410361178);
作者简介: 魏巍(1981-), 男, 安徽淮南, 硕士, 讲师, 高工, 研究方向为计算机智能算法, 数字图像处理。

<http://www.china-simulation.com>

如文献[5], 该检测方法主要存在的问题是, 算法对于目标完整检测能力不佳, 信息细节容易丢失^[6]; 三是运动图像背景目标分割检测算法, 如文献[7], 其基本思路是将背景区别为前置目标及后置背景, 其计算简单快捷, 是当前研究中, 运动目标检测惯用的手段, 最适于实时监控的应用需要^[8]。在实际使用时, 还存在光照变化和不相干扰事件的不确定性干扰, 标准的背景分割效果稳定性欠佳^[9]。

针对上述算法运动目标检测问题, 近年来的研究重点是集中于分水岭目标检测方法的研究和使用上并取得一定成果。这种分水岭方式设计简单实现便捷目标检测相对稳定^[10]。分水岭目标检测算法在实际使用中因灰度扰动噪声的存在, 容易造成视频图像检测的“过分割”问题, 检测精度有待进一步改善^[11]。

针对分水岭方法的不足, 为实现更为理想的运动视频序列检测效果, 解决“过分割”问题, 设计实现了记忆分水岭圆盘梯度膨胀模板运动视频跟踪算法 (Motion video tracking based on memory watershed disc gradient expansion template, DGETMW), 可有效结合形态学及分水岭算法特点, 有效对运动视频序列进行跟踪识别检测。并利用仿真测试实验所提算法效果, 结果显示 DGETMW 算法在运动目标检测中, 检测速度相对加快, 且能满足检测的实时性实际应用需求。

1 运动视频序列检测

1.1 算法流程

记忆分水岭圆盘梯度膨胀模板运动视频跟踪算法的基本流程为: 首先基于圆盘梯度膨胀模板对运动视频序列实现预处理, 降低不确定光照及事件对运动目标干扰, 然后基于相邻帧梯度检测对运动目标序列的外形进行提取, 并对提取外形执行形态学处理, 在进行完上述预处理算法后, 利用记忆分水岭对运动目标序列记忆标记和目标检测, 算法流程如图 1 所示。

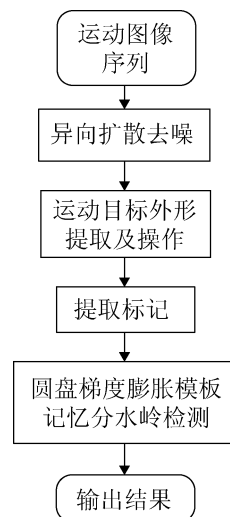


图 1 圆盘梯度膨胀模板运动视频跟踪算法流程

2.2 异向扩散运动序列去噪

在运动图像序列数据采集执行过程中, 会存在光照等不确定性干扰的影响, 导致各类噪声的存在, 对含噪声的图像序列进行提取, 效果肯定不好^[12]。对此, 这里采用的处理方式是利用图像异向扩散进行噪声像素的替代, 实现噪声点扩散消融的作用, 从而屏蔽掉噪声的不良影响, 提高运动序列检测的精度。其中, 这里所采用的异向扩散的数学原理, 可描述为:

$$\frac{\partial u(x, y, t)}{\partial t} = \text{div}[g(\|\nabla u(x, y, t)\|) \nabla u(x, y, t)] \quad (1)$$

式中: $\nabla u(x, y, t)$ 是像素相邻帧的梯度幅值; $g(\|\nabla u(x, y, t)\|)$ 是扩散函数, 特点是非增的, 并且满足如下形式:

$$u(x, y, 0) = u_0(x, y) \quad (2)$$

$$g_k(\nabla u) = \exp(-(\|\nabla u\|/K)^2) \quad (3)$$

式中: K 为梯度阈值的阻散因子(组织扩散)。

1.2 外形提取及形态操作

在运动目标视频序列提取及形态操作过程中, 用到相邻帧像素梯度, 其基本过程为: 对视频进行监控, 一旦出现运动目标物体, 则相邻帧间的差别变得更加明显(梯度值波动增加), 计算并判断相邻帧梯度的幅值是否高于预设梯度阈值, 进而实现对

视频序列有无运动物体的判别^[13]。在这里所使用的相邻帧梯度差异化操作过程步骤如下：

步骤 1(绝对灰差幅值计算)：假定在原运动视频序列中，存在如下连续的 3 帧源图像，形式分别为： $I(X, n-1)$ ， $I(X, n)$ 以及 $I(X, n+1)$ ，相邻两帧的绝对灰差(绝对差灰度值)：

$$D(n-1, n)(x, y) = |W \times I(X, n) - W \times I(X, n-1)| \quad (4)$$

$$D(n, n+1)(x, y) = |W \times I(X, n+1) - W \times I(X, n)| \quad (5)$$

式中： W 是噪点抑制参数。

步骤 2(对差二值图像计算)：基于选定的相邻帧图像梯度阈值 T_1 ，分别对上述相邻两帧的绝对灰差 $D(n-1, n)(x, y)$ 和 $D(n, n+1)(x, y)$ 执行图像二值化，其所对应的二值化图像矩阵分别为 $B(n-1, n)(x, y)$ 和 $B(n, n+1)(x, y)$ ，则对 $B(n-1, n)(x, y)$ 和 $B(n, n+1)(x, y)$ 执行数学操作，类似于对原图像执行操作，在进行逻辑操作后，可得到对差二值图像计算公式为：

$$\text{if } B(n-1, n)(x, y) \cap B(n, n+1)(x, y) = 1, \quad (6)$$

$$\text{then } D_{S,n}(x, y) = 1$$

$$\text{if } B(n-1, n)(x, y) \cap B(n, n+1)(x, y) \neq 1, \quad (7)$$

$$\text{then } D_{S,n}(x, y) = 0$$

通过上述算法过程，可得到运动视频序列中对象的外形轮廓，但存在的问题是因为边缘不连续及噪声点的干扰，上述提取的运动对象外形轮廓会出现信息残缺问题，针对该问题这里采用形态学方法进行处理。给定图像数据集合 A ， B ，其中 A 为膨胀系数矩阵， B 为元素结构，则可记为 $A \oplus B$ ，同时若 B 腐蚀 A 可记为形式 $A \ominus B$ 。此外，形态学方法的两个关键性操作时开、闭操作，其具体过程可定义为：

$$\begin{cases} A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \\ A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \end{cases} \quad (8)$$

通过上述形态学操作处理，可实现对运动序列图像的平滑处理，噪声点的去除使得运动对象的外形轮廓更加平滑和连续，对于运动对象的识别检测精度进一步得到提高。

1.3 背景及目标的精确分割

运动视频序列的分水岭算法分割，实质上是将其视为测绘学中的地貌拓扑形式进行处理，图像中像素点所对应的灰度值代表此处的高度海拔，其中局部的灰度极小值点及该点所覆盖的周边区域称作集水盆，集水盆边界区域即形成所谓的分水岭结构。实质上分水岭变换具有算法简单，原理直接，算法具有并行化执行潜力，所以基于分水岭算法对运动图像序列实行分割时，会形成多个相互独立同时存在的局部集水盆，这种现象称作分水岭算法的“过分割”现象。为解决这种“过分割”现象，设计一种具有记忆功能的分水岭算法^[14]。

记忆分水岭算法通过上述方式提取到的区域极小值集水盆区域，实质上是获取运动图像序列中梯度最大边界，这其实是运动图像的外形轮廓，因此分水岭算法的作用实质是针对图像梯度序列。这里采用圆盘梯度膨胀模板对形态学操作的像素点执行处理，可实现模板中心与像素点的对应，形态学梯度形式可表述为：

$$G(x, y) = I(x, y) \oplus B(x, y) - I(x, y) \ominus B(x, y) \quad (9)$$

式中， $B(x, y)$ 为 3 个像素点半径的圆盘梯度膨胀模板，操作符 \oplus 以及 \ominus 分别表示形态学操作中的膨胀以及腐蚀； $I(x, y)$ 和 $G(x, y)$ 分别表示运动序列图像的形态学处理结果以及对应的梯度分布图。

所提记忆分水岭分割过程步骤为：

步骤 1：定义视频运动图像序列的内部记忆标识。设计 2 个像素半径的圆盘梯度膨胀模板，然后针对运动对象执行形态腐蚀过程，经腐蚀后获得的运动对象作为分水岭算法的内部记忆标识；

步骤 2：定义视频运动图像序列的外部记忆标识。设计 20 个像素半径的圆盘梯度膨胀模板，然后针对运动对象执行形态膨胀过程，经膨胀后获得的运动对象作为分水岭算法的内部记忆标识；

步骤 3：设置运动视频序列梯度图像中，内部记忆标识区域和外部记忆标识外的其他区域，作为运动视频图像序列的全局集水盆极小值，去除上述梯度图中大部分局部极值点，令运动视频

对象的外形轮廓位于内外记忆标识间的环形分布区域。

步骤 4: 基于分水岭操作在内外记忆标识环形分布区域中对运动视频序列的对象进行外形轮廓的精确分割。

2 实验与分析

2.1 实验环境设置

实验环境硬件设置: 处理器 CPU $G(x, y)i3-2440$ 2.20 GHz, 操作系统: win7 旗舰, 内存 RAM 8 G ddr3 1333, 仿真软件选用 Matlab R2012a, 为验证 DGETMW 算法性能, 选用文献[15]设计的运动视频序列对象检测算法作为对比验证算法。实验对象选用了图 2 所示的 4 幅视频图像。



图 2 实验对象

2.2 实验结果与对比分析(定性)

DGETMW 算法与文献[15]所提算法在上述 4 幅视频图像中的对象分割提取实验结果见图 3~6。从图中对比结果可非常直观的看出, DGETMW 算法相对于文献[15]所提算法能够更为精准的对运动目标进行分割, 并可避免“过分割”现象对分割精度的不利影响, 获得较为理想的检测效果, 且相对文献[15]优势较为明显。

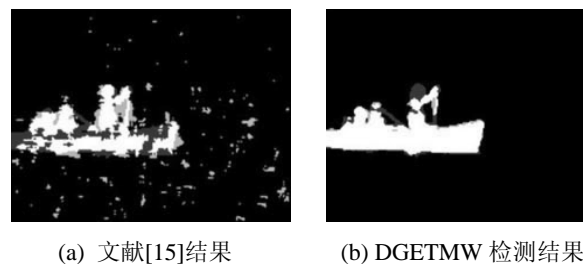


图 3 运动对象 1 结果

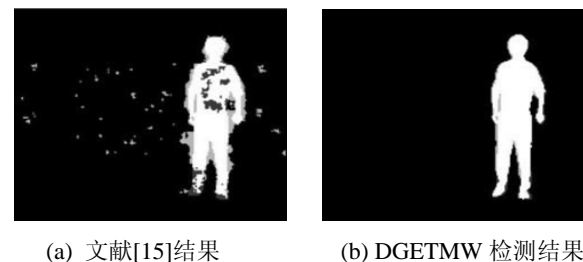


图 4 运动对象 2 结果

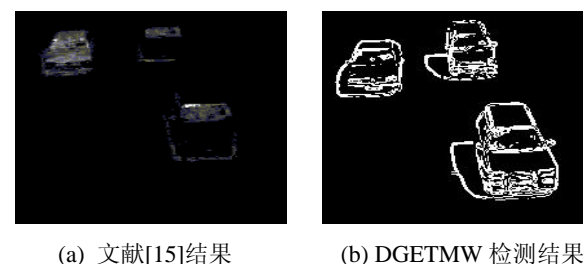


图 5 运动对象 3 结果

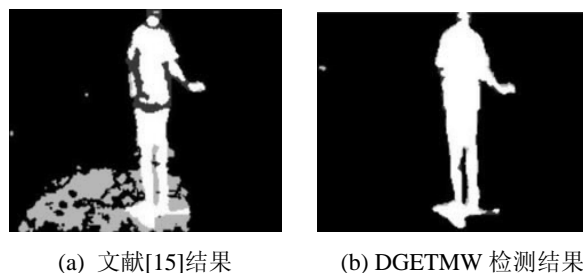


图 6 运动对象 4 结果

2.3 实验结果与对比分析(定量)

为更为精确的对运动视频序列对象分割效果进行对比分析, 选取检测精度(AC)以及检测正确率(TPR)以及误检率(FPR) 3 个参数值作为评价指标, 对运动视频序列对象分割效果执行定量分析。上述 3 个指标定义如下:

$$\text{检测正确率: } \text{TPR} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (10)$$

误检率:

$$FPR = \frac{FP}{FP + TN} \quad (11)$$

检测精度:

$$AC = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (12)$$

式(10)~(12)中, TP 是专家分割中对象像素分割数量; FN 是不在专家分割对象像素分割数量; TN 是属于算法分割的专家分割背景像素数量。

本文 DGETMW 算法和文献[15]的运动对象视频检测对比数据如表 1 所示。从表 1 实验数据可看出, 相比文献[15]所提的运动对象视频分割检测方法, DGETMW 算法能够有效提高视频运动对象的检测精确度和正确率, 并可降低运动对象的误检率, 同时对于多种复杂场景的干扰对象检测具有很强的场景普适性。

表 1 定量实验结果对比

视频图像编号	文献[15]			DGETMW 算法		
	TPR	FPR	AC	TPR	FPR	AC
1	0.9889	0.0539	0.9465	0.9962	0.0131	0.9884
2	0.9293	0.0378	0.9534	0.9887	0.0036	0.9931
3	0.9745	0.0508	0.9598	0.9889	0.0086	0.9935
4	0.9595	0.0541	0.9793	0.9904	0.0059	0.9941

2.4 算法运算速度对比

算法运行速度是运动视频检测过程中的一项重要指标, 对此, 通过实验仿真对文献[15]及本文 DGETMW 算法的运行速度进行对比, 两种算法的实验结果如图 7 所示。与文献[15]所提算法相比, DGETMW 算法的运行时间要少于文献[15]算法, 可见本文 DGETMW 算法比文献[15]所提算法运行速度更快, 更适合于实际的实时性需要。

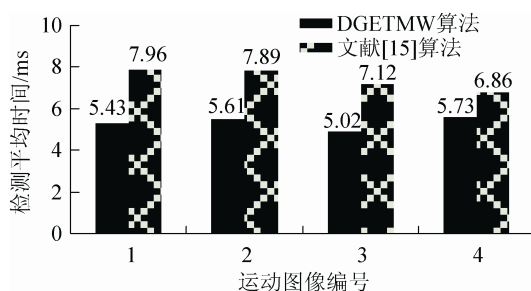


图 7 两种算法的检测速度对比

3 结论

为进一步提高运动视频序列对象分割检测的精确度, 提高算法的运行时间, 满足实时性要求, 这里提出记忆分水岭圆盘梯度膨胀模板运动视频跟踪算法。通过在标准的 4 幅视频图像中的实验测试显示, DGETMW 算法可精确地对噪声及光照干扰下的运动对象进行检测, 并可有效解决标准分水岭算法的“过分割”问题, 由于检测精度和计算速度的同步提升, 具有较强的实际应用价值。

参考文献:

- [1] 王相海, 方玲玲, 丛志环. 基于 MSPF 的实时监控多目标跟踪算法研究 [J]. 自动化学报, 2012, 38(1): 139-144.
- [2] Zivovic Z, Ferdinand H. Efficient adaptive density estimation per image pixel for the task of background subtraction [J]. Pattern Recognition Letters (S0167-8655), 2006, 7(26): 773-780.
- [3] Maddalena L, Petrosino A. A self-organizing approach to background subtraction for visual surveillance applications [J]. IEEE Transactions on Image Processing (S1057-7149), 2008, 17(7): 1168-1177.
- [4] Li S X, Chang H X, Zhu C F. Adaptive pyramid mean shift for global real-time visual tracking [J]. Image and Vision Computing (S0262-8856), 2010, 28(3): 424-437.
- [5] Lee S, Lee J, Hayes M H, et al. Adaptive background generation for automatic detection of initial object region in multiple color-filter aperture camera-based surveillance system [J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics (S0098-3063), 2012, 58(1): 104-110.
- [6] Jeyakar J, Babu R V, Ramakrishnan K R. Robust object tracking with background-weighted local kernels [J]. Computer Vision and Image Understanding (S1077-3142), 2008, 112(3): 296-309.
- [7] Lin H H, Chuang J H, Liu T L. Regularized background adaptation: a novel learning rate control scheme for gaussian mixture modeling [J]. IEEE Transactions on Image Processing (S1057-7149), 2011, 20(3): 822-836.
- [8] Leichter I, Lindenbaum M, Rivlin E. Mean shift tracking with multiple references color histograms [J]. Computer Vision and Image Understanding (S1077-3142), 2010, 114(3): 400-408.
- [9] 吴敏, 吴宏刚, 姚辉. 一种自适应的双门限场面运动目标检测方法 [J]. 计算机科学, 2015, 42(1): 312-317.

(下转第 475 页)