

一种基于图像背景减除的菱形运动估计算法

俞文静,张明军,王 影

(广州大学华软软件学院,广东 广州 510990)

摘要:运动估计是视频图像处理技术中解决时间冗余的关键技术,在视频图像恢复、序列图像超分辨率等领域有非常重要的应用。菱形搜索算法(Diamond Search,DS)是一种较好的视频图像处理块搜索算法,但其效率与搜索模板和空间有很大关系。针对视频监控图像序列运动目标变化小,背景固定的特点,对菱形搜索算法进行了改进,设计了一种“大十字”粗搜索模板和“小菱形”细搜索模板相结合的新搜索模板,使其更符合监控视频图像中运动矢量的特性。基于背景擦除后的视频图像,改变了搜索的初始搜索点,改进的搜索算法不搜索背景,只搜索运动物体所在块,减小了搜索空间。通过改进搜索算法和减小搜索空间的手段来提高算法效率。实验结果表明,与基本菱形算法相比,改进的搜索算法搜索效率提高显著。

关键词:视频图像;运动估计;菱形搜索;搜索模板

中图分类号:TP301.6;TP391.9

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2017)04-0042-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2017.04.010

A Diamond Motion Estimation Algorithm for Image Based on Background Erasure

YU Wen-jing, ZHANG Ming-jun, WANG Ying

(South China Institute of Software Engineering, Guangzhou 510990, China)

Abstract: Motion estimation is the key technology to solve the time redundancy in video image processing and plays an important role in the field of video image restoration, image super resolution and so on. Diamond Search (DS) is a kind of better video image processing block search algorithm, but its efficiency is connected with the search space. According to the small change of the video surveillance image sequence and the characteristics of the fixed background, a diamond search algorithm has been improved. A new search pattern combined LCSP (Large Cross Search Pattern) with SDSP (Small Diamond Search Pattern) has been designed, which is more consistent with the characteristics of motion vectors in the surveillance video image. Based on the background eraser video image, by changing the initial search point, the improved search algorithm does not search the background but only searches the block of moving objects, so as to reduce the search space. The efficiency of the algorithm has been increased by improving the search algorithm and reducing the search space. Experimental results show that compared with the basic diamond search algorithm, the efficiency of the improved algorithm has been greatly improved.

Key words: video image; motion estimation; diamond search; search pattern

0 引言

运动估计^[1-2]和运动补偿是视频图像处理技术中解决时间冗余的关键技术,运动估计算法的好坏直接影响着视频图像的显示效果。在运动估计方法研究领域^[3-4],一些先进的思想、算法和技术相继提出,已经形成了一套基本理论,并取得了不错的研究成果。其中块匹配法因原理简单、便于实现等优点得到了广泛

应用。在块匹配法中^[5-6],菱形搜索算法(Diamond Search,DS)是目前公认的一种较好的块搜索算法,已被MPEG4标准采用。然而,在视频监控领域,特定场景下的多帧图像、图像序列之间的变动较小,重点表现为移动物体所在空间位置的差异,有时甚至监控图像中并没有运动物体,是保持静止的图像序列,菱形算法的搜索形状有时得不到全搜索,其次搜索点数较多,制

收稿日期:2016-04-29

修回日期:2016-08-17

网络出版时间:2017-03-07

基金项目:2015年广东高校省级重点平台和重大科研项目(2015KQNCX202);广州大学华软软件学院2014年教学研究、科学研究资助立项项目(ky201410)

作者简介:俞文静(1982-),女,硕士,讲师,研究方向为计算机图形图像处理、优化算法等。

网络出版地址:cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20170307.0920.012.html

约着算法效率。

针对视频监控这种特定应用场景下的多帧图像运动估计方法进行研究。为了进一步提高性能,加快搜索速度,提出了利用背景差分法分离监控视频背景,从而快速预测菱形块的起始搜索点,并根据序列图像中的运动矢量十字中心的偏置特性,设计了从“大十字”到“小菱形”块的搜索模板,并根据视频背景块的获取,可提前终止搜索。

1 基本菱形搜索算法(DS算法)

在块匹配算法中^[7],搜索模板的形状和大小不但影响整个算法的运行速度,而且也影响算法的搜索质量。搜索窗口太小,容易陷入局部最优;搜索窗口太大,容易产生错误的搜索路径。DS^[8]利用视频序列中运动矢量中心点偏移的特点,采用了两种搜索模板:分别是9个搜索点的大菱形搜索模板(LDSP)和5个点的小菱形搜索模板(SDSP)。

菱形搜索算法^[8]先使用LDSP进行搜索,当其MBD点(MAD值最小的点)出现在中心点处时,认为找到了最优匹配点所在的区域,然后再用SDSP进行更为精细的定位搜索,最后小模板5个点中的MBD点即为最终获得的运动矢量。在视频搜索中,假设选择 $M \times N$ 的块,且同一块内的像素运动是一致的,则搜索的绝对平均误差函数如式(1):

$$\text{MAD}(i, j) = \frac{1}{MN} \sum_{m=0}^M \sum_{n=0}^N |f_k(m, n) - f_{k-1}(m+i, n+j)| \quad (1)$$

其中, f_k 和 f_{k-1} 分别为当前帧和上一帧的灰度值; (i, j) 为位移量。

基本DS算法的步骤如下^[9]:

步骤1:初始化原点(0,0)为LDSP的中心点,用大菱形模块在搜索区域中心和周围8个点处进行匹配,如果最小块误差MBD位于中心位置,则转到步骤3,否则转到步骤2。

步骤2:以上一次找到的MBD点为中心,构建新的LDSP并计算其他8个搜索点的匹配误差,找到新模板的MBD点。若它位于中心位置,则转到步骤3,否则重复步骤2。

步骤3:以上一次得到的MBD点为中心,构建SDSP,在其5个搜索点处进行匹配和比较,找出MBD点,该位置即对应最终得到的运动矢量。

DS算法从大模板搜索到小模板搜索是一个由粗到细的优化过程,其搜索方向不定,可以在各个方向上进行,且搜索步骤之间有很强的相关性,性能上相对其他块算法有很大提高,是一种在搜索速度和搜索质量上达到很好平衡的算法。

然而,在视频监控领域^[10],特定场景下的多帧图像,图像序列之间的变动较小,重点表现为移动物体所在空间位置的差异,有时甚至监控图像中没有运动物体,是保持静止的图像序列。菱形法要经历由大模板到小模板的变化过程,要对13个点进行搜索,运算量大,而理想情况仅需要5个搜索点,即DS在静止或者小运动序列图像的搜索中尚有改进空间。

因此在研究DS算法的基础上,提出利用背景差分法分离监控视频背景,从而快速预测菱形块的起始搜索点,根据序列图像中运动矢量十字中心的偏置特性,设计了改进的菱形块搜索模板,并根据擦除背景后相邻帧图像中运动目标的角点位置,指导搜索模板的搜索方向,从而快速搜索到目标范围。

2 改进的搜索算法

2.1 背景差分法运动目标的提取

背景差分法^[11-12]是采用图像序列中的当前帧和背景参考模型进行比较来检测运动物体的一种方法。由于监控视频的背景固定,背景建模容易实现,因此采用背景差分法进行视频运动目标检测,在检测的基础上擦除背景,提取运动目标。然而,该方法检测运动目标时容易受图像采集过程中误差、背景光线以及环境等因素的干扰,使背景擦除效果受到影响。因此,对背景模型的获取采用了多种环境下的动态背景^[13],使用人工背景模型选择,根据视频的当时天气环境特点,光亮度(同位置像素HSI模型中的亮度I的差),通过视频序列的帧间信息^[14],在动态背景里选择相应的背景图像,再做背景擦除。

2.2 改进的运动估计算法

利用背景差分法进行运动目标的背景擦除之后,可以初步估计运动目标的位置。考虑到监控视频中运动对象速度的不一致性,而基于视频监控画面背景固定,相邻帧之间变化小的特点,对基本菱形算法进行了如下两个方面的改进:首先,利用背景差分法分离监控视频背景,从而快速预测菱形块的起始搜索点,对菱形搜索算法起始搜索点进行改进,其初始搜索点由原来的原点(0,0),变为擦除背景外的运动目标角点:即运动目标上 x 坐标与左 y 坐标构成的左上角交汇点(x^0, y^0),如图1所示。这样省去了视频图像背景区域的搜索计算,提高了搜索效率。其次,根据序列图像中运动矢量十字中心的偏置特性^[10],对基本菱形搜索算法的搜索模板进行改进。大搜索模板是搜索的粗估计,采用大十字模板,符合运动矢量的偏置特性,细搜索模板依旧采用SDSP,采用如图1所示的9个搜索点的LCSP和5个点的SDSP,另外在LCSP中,利用前面相邻两帧图像中得到的运动目标角点(x^0, y^0)位置变化

属性,来指导搜索方向,可以快速地粗搜索到目标。

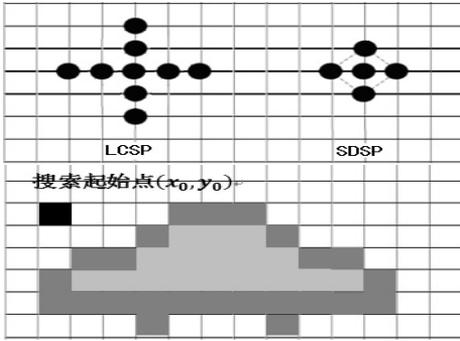


图 1 搜索模板及起始点示意图

改进的算法流程图如图 2 所示。

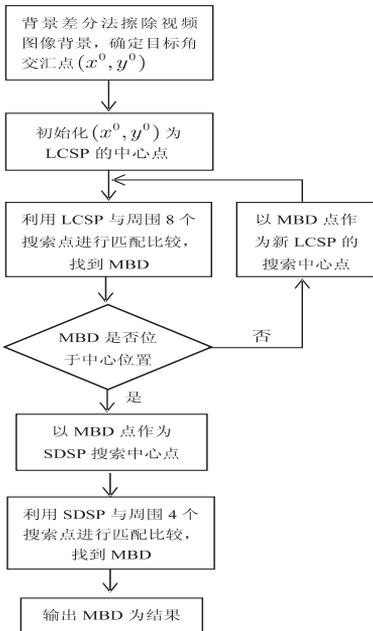


图 2 菱形搜索算法流程图

3 仿真实验与数据分析

仿真实验环境为 Intel(R) Core(TM) i3 CPU 530, 2.93 GHz,内存 2 GB,仿真平台为 Matlab R2010。采用室内监控视频下的 1 组连续 3 帧的图像作为初始图像,如图 3 所示。

首先,假设监控环境良好,利用背景差分法进行运动目标提取,可以得到如图 4 所示的擦除了背景的图像序列。该图像序列可以根据运动物体的提取位置,确定运动目标的角点作为进一步改进菱形搜索算法的 LCSP 的初始中心点,如图 4 所示的 (x^0, y^0) 。应用改进菱形搜索算法进行运动目标的运动估计,从而得到视频中运动物体的运动矢量。

实验表明,改进的菱形搜索算法初始搜索点由原来的原点 $(0,0)$,变化为擦除背景后运动物体上 x 坐标与左 y 坐标构成的左上角交汇点 (x^0, y^0) ,省去了视频图像背景区域的搜索步长,并且大十字搜索模板利用去除背景后的前后几帧中运动物体的位置关系,可以快速确定搜索方向。例如,图 4 中室内监控下人行走的运动估计,分别用基本菱形搜索算法和所提出的改进菱形搜索算法进行实现,表 1 统计了实验中两种算法运行时的参数比较。

表 1 改进的菱形搜索算法与基本菱形搜索算法的比较

算法	搜索时间	搜索步数	平均计算点数
基本菱形搜索算法	0.531	15	69.633 33
改进的菱形搜索算法	0.375	9	40.566 67

其次,图 5 将两种算法按搜索步长及对应搜索时间进行了对比。



图 3 视频连续 3 帧原始图像



图 4 运动目标提取后的图像序列

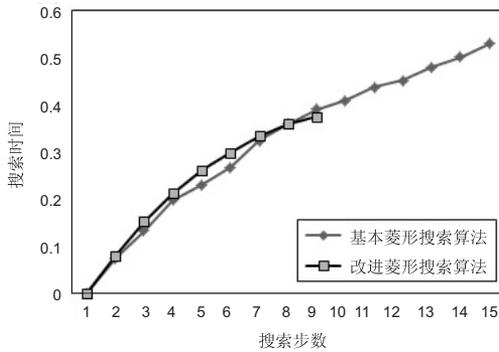


图5 两种算法搜索步长对应搜索时间对比示意图

从数据对比以及折线图走势可以得到,改进的菱形算法在监控视频序列图像擦除背景运动目标提取之后,在搜索初始点进行改进。在搜索的前面几步,改进菱形算法搜索时间效率没有明显优势,然而,从整体搜索过程看,搜索步数减少了很多,整个算法过程的平均搜索点数、搜索时间以及搜索步数等指标都有下降,对算法搜索效率有很大的提高。

4 结束语

针对视频监控这种特定环境下的视频图像运动估计问题,在研究基本菱形搜索算法的基础上,提出了一种基于视频图像背景擦除的改进菱形块搜索运动估计算法。实验结果表明,搜索效率和步长都得到了显著提高。但在实验中,背景减除法对背景模型的要求很高,不同光照条件及环境背景的选择不同,如何通过视频图像判断背景选择的速度,快速更新适合的背景将是下一步的研究重点。

参考文献:

[1] Gonzalez R C, Woods R E. 数字图像处理[M]. 阮秋琦, 阮

宇智,译.第2版.北京:电子工业出版社,2003.

- [2] Tekalp A M. Digital video processing[M]. 北京:清华大学出版社,1998.
- [3] 黄新生,杨庆伟,王亦平,等.图像序列运动估计技术综述[J].计算机仿真,2008,25(5):180-184.
- [4] 唐泽鹏,秦雷,朱秀昌,等.运动估计算法分析[J].电视技术,2001(12):10-13.
- [5] Zhu S, Ma K K. A new diamond search algorithm for fast block matching motion estimation[J]. IEEE Transactions on Image Processing, 2005, 9: 287-290.
- [6] 涂亚明.基于块匹配的快速运动估计算法研究及应用[D].北京:北京航空航天大学,2001.
- [7] 陈宫,牛秦洲.图像序列运动估计中经典块匹配算法研究[J].计算机应用与软件,2012,29(5):147-151.
- [8] 李淳,马力妮.基于菱形搜索的改进运动估计算法研究[J].计算机技术与发展,2008,18(11):117-119.
- [9] A new predictive diamond search algorithm for block motion estimation [EB/OL]. 2000. <http://citeseer.nj.nec.com/tourapis00new.htm>.
- [10] 刘海峰,郭宝龙,冯宗哲.用于块匹配运动估计的正方形-菱形搜索算法[J].计算机学报,2002,25(7):747-752.
- [11] Wren C, Azarbay A, Darrell T, et al. Pfunder: realtime tracking of the human body[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1997, 19(7): 780-785.
- [12] Haritaoglu L, Harwood D, Davis L S. W4: real-time surveillance of people and their activities[J]. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2000, 22(8): 809-813.
- [13] 朱明早,罗大庸.基于帧间差分背景模型的运动物体检测与跟踪[J].计算机测量与控制,2006,14(8):1004-1006.
- [14] Zhu C, Lin X, Chau L P. Hexagon-based search pattern for fast block motion estimation[J]. IEEE Transactions on Circuits and System for Video Technology, 2002, 12(5): 349-355.

(上接第41页)

- [J]. 公路工程, 2016, 41(1): 172-175.
- [2] Zhang H Z, Wang J. Application of data mining on short-term traffic flow forecasting model[J]. Computer Integrated Manufacturing System, 2008, 14(4): 690-695.
- [3] 张郃生. 交通工程学基础[M]. 北京:人民交通出版社, 2011: 108-120.
- [4] 王志建. 基于遗传回归分析的无检测器交叉口流量预测研究[D]. 长春:吉林大学, 2008.
- [5] 杨兆升, 张赫, 李娟. 逐步回归法在无检测器交叉口交通流量预测中的应用[J]. 吉林大学学报:工学版, 2002, 32(4): 16-19.
- [6] Tchraikian T T, Basu B, O' Mahony N. Real-time traffic flow forecasting using spectral analysis[J]. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2012, 13(2): 519-526.
- [7] Zhang Yunlong, Ye Zhirui. Short-term traffic flow forecasting using fuzzy logic system method[J]. Journal of Intelligent

Transportation Systems, 2008, 12(3): 102-112.

- [8] 高新波. 模糊聚类分析与应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社, 2004.
- [9] 范九伦, 吴成茂. FCM算法中隶属度的新解释及其应用[J]. 电子学报, 2004, 32(2): 350-352.
- [10] Chen C, Rakha H A, Mcghee C C. Dynamic travel time prediction using pattern recognition[C]//20th ITS world congress. [s. l.]: [s. n.], 2013: 1102-1113.
- [11] 蓝红莉. 基于模糊聚类分析的公路隧道短期交通量预测[J]. 计算机应用与软件, 2010, 27(1): 150-152.
- [12] 高勇, 陈锋. 基于模糊推理的无检测器路口短时交通流预测[J]. 计算机仿真, 2008, 25(6): 240-243.
- [13] 孙燕, 陈森发, 周振国. 灰色系统理论在无检测器交叉口交通流量预测中的应用[J]. 东南大学学报:自然科学版, 2002, 32(2): 256-258.
- [14] 易正俊. 数理统计及其工程应用[M]. 北京:清华大学出版社, 2014.