

运动目标检测与跟踪的 DSP 实现

陈延利¹, 施永豪²

(1. 西藏大学 工学院 电子信息工程系, 西藏 拉萨 850000;

2. 西南交通大学 信息科学与技术学院 通信与信息系统系, 四川 成都 610031)

摘要:研究了运动目标检测与跟踪的 DSP (Digital Signal Processor) 实现算法, 以形心跟踪算法为整个处理系统的核心。采用目标形心跟踪算法, 通过目标分割阶段的目标标记, 如目标面积、周长、形心位置等信息的提取建立目标跟踪波门, 实现目标的连续跟踪, 并将此算法移植到 SEED—VPM642 硬件平台, 实验结果表明能够达到预定目标。此外, 为了克服形心算法的准确性和实时性缺陷, 采用粒子滤波对算法进行必要的扩展, 从 MATLAB 的仿真结果看, 除个别采样点存在误差较大的情况, 真实值曲线与粒子滤波跟踪曲线拟合较好。

关键词: 中值滤波; 形心跟踪; 粒子滤波; 运动目标; 检测与跟踪

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2012)08-0082-03

DSP Realization of Detection and Tracking for Moving Objects

CHEN Yan-li¹, SHI Yong-hao²

(1. Department of Electronic Information, School of Engineering, Tibet University, Lhasa 850000, China;

2. Department of Communication and Information System, School of Information Science & Technology, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: Study the DSP (Digital Signal Processor) algorithm for detecting and tracking moving target, with the centroid tracking algorithm as the core of the whole processing system. By marking the target segmentation stages, such as area, perimeter, centroid position information extraction, the target centroid tracking algorithm can construct the target tracking gate to achieve the goal of continuous tracking. Transplanting this target centroid tracking algorithm into the SEED—VPM642 hardware platform, the experimental results indicate that the predetermined target can be achieved. In addition, necessary expansion of the particle filter algorithm can be used to overcome the centroid algorithm accuracy and real-time defect. The MATLAB simulation results show that the true value curve fits for the particle filter tracking curve to much extent, except that a few sampling points differ much from the others.

Key words: median filtering; centroid tracking; particle filtering; moving objects; detection and tracking

0 引言

多目标检测识别与跟踪技术, 主要用于空中超视距的多目标探测、跟踪与攻击, 空中交通管制, 海洋、港口监视和机器视觉等领域。人工智能、模式识别等图像处理及相关领域技术的发展, 推动了多目标识别与跟踪技术的发展。配合预测技术, 先进的数字图像处理技术可以去除许多自然及人为的干扰, 实现运动目标的记忆跟踪和对瞬间丢失目标的再捕获^[1]。目前这种方法已经大量运用在军事上的火控、导航、制导等方面。

摄像机静止的情况下, 采用帧间差异算法, 通过计算运动目标两帧图像序列之间的差异, 实现图像的分割并提取目标; 将检测出来的目标捕获成功后, 进行跟踪。论文采用目标形心跟踪算法, 通过目标分割阶段的目标标记, 如目标面积、周长、形心位置等信息的提取建立目标跟踪波门, 采用目标形心跟踪算法进行连续跟踪。成功将算法移植到 DSP 处理器中^[2,3]。

1955 年 Wax 首次提出多目标识别的概念, 而到 1964 年, Sittler 提出最优的数据关联方法, 使得包括数据关联等内容的数据关联理论方面取得开创性突破, 到后来的 70 年代 Bar-Shalom 和 Singer 做的数据关联与滤波相结合的理论, 为以后此研究领域的发展拓宽产生重大影响。

1 运动目标检测

将图像序列中的变化区域分离出来是运动物体检

收稿日期: 2011-12-16; 修回日期: 2012-03-21

基金项目: 国家自然科学基金(61163013); 西藏自治区 2010 年第二批重点科研项目(20100217)

作者简介: 陈延利(1981-), 女, 河南汝州人, 讲师, 硕士, CCF 会员, 主要研究领域为移动通信系统安全、信号处理。

测的目的。目前主要的运动物体检测方法有:背景减除法、帧间差分法、光流法^[4]三种。运动目标检测包括三个过程,背景的估计与更换、运动目标检测和运动目标检测后处理。

对背景进行估计并更换时,对像素点使用连续帧间差分法的情况是:该像素点的估计背景值无效或者被运动物体覆盖,背景失效、物体融入或离开背景等背景突变情况都可以用这种处理方法处理,基本原理为:首先采集前后两帧实时图像,判断两帧图像的相应位置的像素点的值的差分与系统为该像素点维护的阈值之间的关系,若不大于,则对应计数值 $\text{Count}(x, y)$ 增加 1, 否则, $\text{Count}(x, y) = 0$ 。直到 $\text{Count}(x, y)$ 改变为设定值 N 时,系统将实时像素值替代估计背景像素值。

对运算目标的检测采用差帧法。首先计算采集到的实时图像与估计背景图像的差值,通过比较差值与阈值来判断相应的像素点是否属于运动区域,具体算法见 2.3。在实际监控的场景中,系统根据检测结果自动更新背景变化。用这种方法一方面保证了快速的场景的变化能够在背景中实时表现,另一方面使背景减少了运动像素的影响而相对纯净。

孤立噪声通过背景减除法后仍然存在,通过中值滤波,系统使用连通分量标记二值图像中的连通区域,为了减少标签不连续的情况,系统对等价标签使用等价数组进行标记。当运动像素得到标签后,等价标签可以进行合并,得到物体的运动区域,计算出运动目标的相关参数,同时滤除连通区域中像素点数目小于阈值的区域^[5]。

2 目标检测跟踪算法

获得摄像机拍摄的视频后,首先对视频预处理,采用中值滤波算法去除视频中的毛刺噪声对后续算法的干扰。经预处理后视频的背景是通过对前几帧视频图像求取平均值来获得的。而运动目标是由后续图像帧与图像背景的差值得到。得到运动目标后,采用目标形心跟踪算法^[6],通过在目标分割阶段的目标标记,如目标面积、周长、形心位置等信息的提取建立目标跟踪波门,得到目标的中心,以此为中心建立一个跟踪框,目标移动后,目标中心(形心)改变,跟踪框随之改变,达到目标跟踪的目的。总体算法流程如图 1 所示。

2.1 中值滤波

信号值序列按大小顺序排列后得到的中间值为信号中值。如长为 n 的一维信号 x 的中值可表示为: $\text{Med } x = x'_{n/2}$, x' 是 x 按信号值大小排列后的序列。中值滤波就是用一定形状的窗口,在图像上移动,用窗内像素灰度值的中值代替窗口中心处的像素灰度值。给定一二

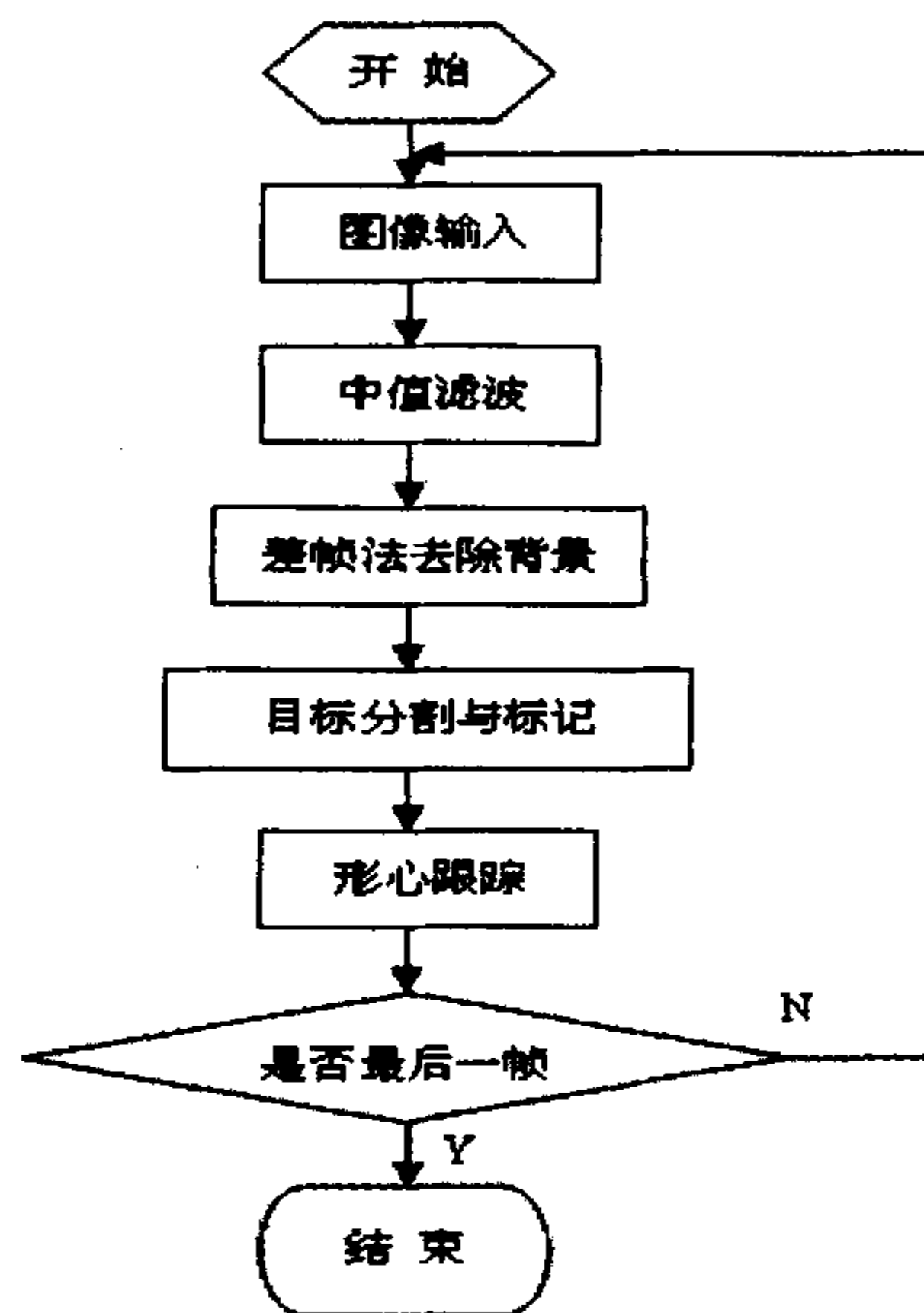


图 1 运动目标检测与跟踪的算法流程图

维图像信号 $\{x_{ij}: i, j \in N\}$, $y_{ij} = \text{Med}(x_{i+r, j+s}: r, s \in W)$ 为中值滤波后的图像信号,其中 N 为自然数集, W 为截取图像的窗口。传统的中值滤波算法^[7]实现过程为:

1) 用一个宽度为奇数的正方形窗口(通常为 3×3 或 5×5),沿图像像素值序列的行或列方向逐像素滑动;

2) 每滑动一次,对窗口内的像素灰度值排序,用窗口内像素灰度值的中值代替窗口中心位置像素的灰度值。

对于一个任意宽度的 $n \times n$ 窗口,传统的中值滤波算法需要 $[n^2(n^2 - 1)]/2$ 次排队比较,计算量比较大,特别当需要扫描整幅图像时,延时增大,降低系统实时性。论文采用改进的中值滤波算法,并采用 3×3 的模板进行滤波^[1]。该算法中排序的思想是:首先,通过扫描,选择出最小的一个元素,将它和当前的基准元素交换,更新基准元素为第二个位置的元素。其次,再从剩下的 $n - 1$ 个元素中选择最小的元素,再和当前新的基准元素交换。重复这一过程到从最后两个元素里面选择比较小的元素,并进行交换。该算法在排序项数目不是足够大的时候,计算量较小,特别当排序项小于 9 个元素时非常适合。中值滤波目的是找到中值而不是进行排序,因此只需要扫描 5 次就足够了。

2.2 差帧法去除背景

帧间差分是把当前帧与前一帧图像的像素亮度或者梯度值相减,从而得到运动物体的位置与形状信息,这些对光照的适应性较强。文中从简单实用的角度采用对连续两帧图像 $f(x, y, t_i)$ 和 $f(x, y, t_j)$ 逐个像素进行对比,求差分形成一幅差值图像,得到运动目标的轮廓。两幅图像在时间 t_i 和 t_j 时刻的差值图像可以定义为:

$$d_{ij}(x,y) = \begin{cases} 1 & |f(x,y,t_i) - f(x,y,t_j)| > T \\ 0 & \text{其它} \end{cases} \quad (1)$$

其中 T 是设定的阈值。从(1)式可看出, $d_{ij}(x,y)$ 值为 1, 说明两幅图像存在较大的灰度差值, 差异大小由设定的阈值 T 决定。由此可见, 动态图像处理过程中, $d_{ij}(x,y)$ 中值为 1 的像素可认为属于运动目标区域。

2.3 形心跟踪

通常采用矩的方法计算形心坐标^[1]。对于图像 $f(x,y)$, 大小为 $N \times M$, 它的 $p+q$ 阶原点矩可定义为:

$$m_{pq} = \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M f(x,y) x^p y^q \quad p, q = 0, 1, 2, \dots \quad (2)$$

目标区域的形心位置为 (\bar{x}_c, \bar{y}_c) :

$$\bar{x}_c = \frac{m(1,0)}{m(0,0)} = \frac{\sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M x \cdot f(x,y)}{\sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M f(x,y)} \quad (3)$$

$$\bar{y}_c = \frac{m(0,1)}{m(0,0)} = \frac{\sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M y \cdot f(x,y)}{\sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M f(x,y)} \quad (4)$$

根据检测出来的目标形心位置和目标面积大小设置跟踪框的位置和大小, 使目标跟踪框紧紧套住目标, 以达到跟踪的目的。

3 实验结果分析

本实验以 SEED-VPM642 作为硬件平台, 该平台以 TMS320DM642DSP 为核心, 其工作主频最高 720MHz, 处理性能可达 5760MIPS。可广泛应用于视频服务器、数字视频录像机、多路视频监控等多种场合^[8]。将调试后的应用程序移植到 SEED-VPM642 平台, 从运行结果看, 该算法能够基本满足目标检测与跟踪的要求, 但存在个别不清晰的斑点, 算法跟踪的目标获取的准确性有待提高。

另外, 在实测过程中, 跟踪框移动滞后^[9], 目标跟踪的实时性不尽如人意。为了克服以上两个缺陷, 实现过程中还采用粒子滤波对目标跟踪算法^[10]进行了扩展。论文仅以粒子滤波的 MATLAB 仿真图(如图 2 所示)说明其有效性。观察此图, 在大部分情况下, 真实值曲线与粒子滤波跟踪曲线拟合较好, 个别采样点也存在误差较大的情况。通常误差主要是由采样频率低及采样位置的变化^[11]等造成的。

4 结束语

论文研究了基于形心跟踪算法的运动目标检测与

跟踪, 实验结果证明, 文中算法能够实现对目标的检测跟踪, 但有一定的误差。为了提高采用形心算法对运动目标进行跟踪的准确性和实时性, 对算法采用粒子滤波进行了拓展, 仿真实验表明了此算法具有较好的有效性。

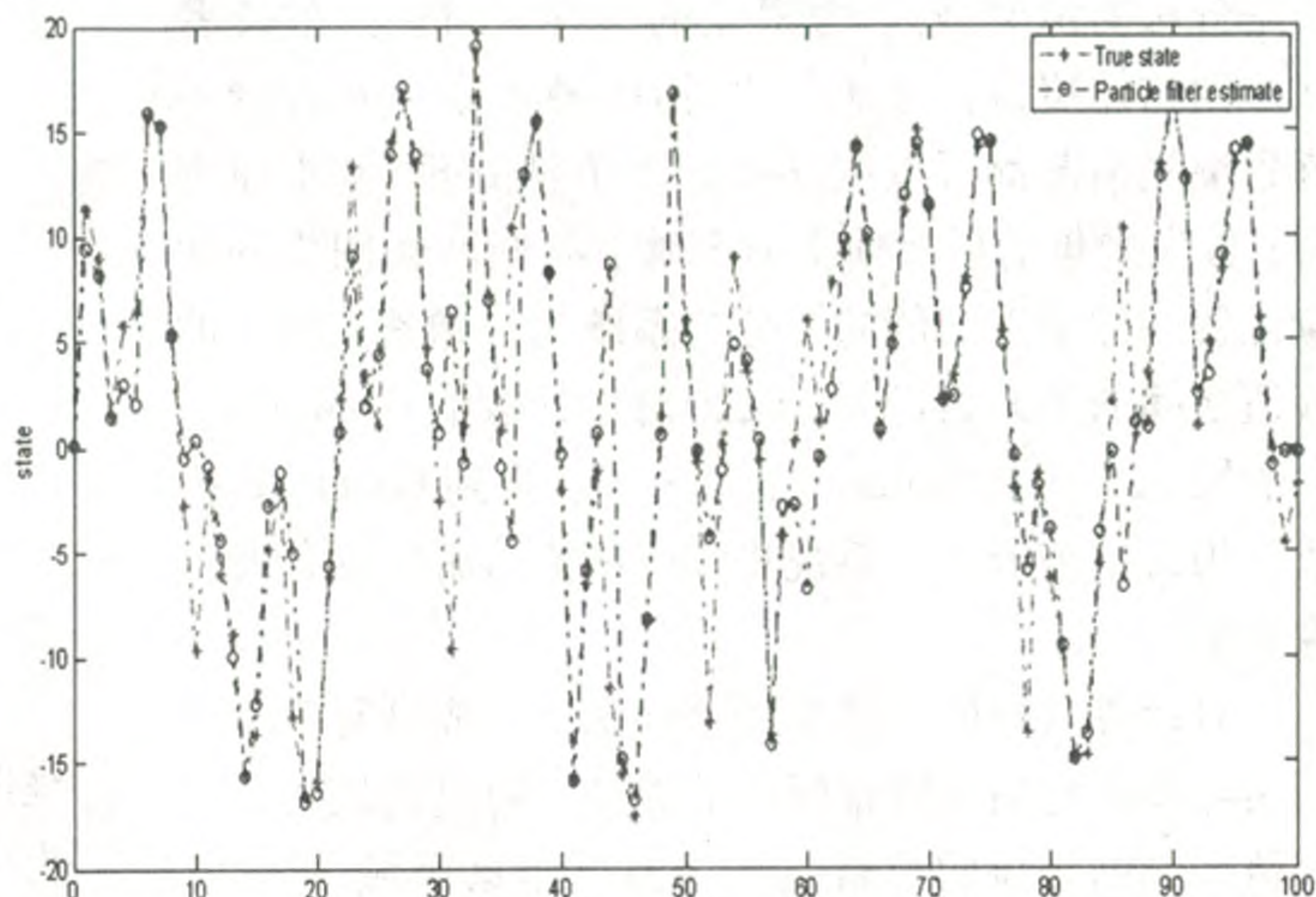


图 2 粒子滤波跟踪仿真图

参考文献:

- [1] 李强, 杨涛. 形心和匹配跟踪算法的改进[J]. 光电工程, 2010, 27(2): 28-30.
- [2] 季昱, 林俊超, 余本喜. DSP 嵌入式应用系统开发典型实例[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005: 185-192.
- [3] 苏涛, 蔡建隆, 何学辉. DSP 接口电路设计与编程[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2003: 78-82.
- [4] Barron J, Fleet D, Beauchemin S. Performance of optical flow techniques[J]. International Journal of Computer Vision, 1994, 12(1): 42-77.
- [5] 滕游, 董辉, 俞立. 基于 DSP 的运动目标检测与跟踪系统设计[J]. 浙江工业大学学报, 2009, 37(6): 607-610.
- [6] 张金花. 运动目标跟踪算法的研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2009.
- [7] 谢燕江. 中值滤波在图像去噪中的应用[J]. 湘南学院学报, 2004, 25(2): 75-77.
- [8] 杨冬冬, 常丹华, 韩夏, 等. 运动目标检测与跟踪算法的改进与实现[J]. 激光与红外, 2010, 40(2): 205-209.
- [9] Lipton A, Fujiyoshi H, Patil R. Moving target classification and tracking from real-time video[C]//Proc of IEEE. Workgroup on Applications of Computer Vision. Princeton, NJ: [s. n.], 1998: 8-14.
- [10] Dai Y P, Yu G H, Hirasawa K. New Development on Tracking Algorithm with Derivation Measurement[C]//Proc of IEEE International Conference on System, Man and Cybernetics. [s. l.]: [s. n.], 2001: 3181-3186.
- [11] Murray D, Basu A. Motion tracking with an active camera[J]. IEEE Trans. on PAMI, 1994, 16(5): 449-459.

一种构造模糊隶属度的新方法

作者:
作者单位:
刊名:
英文刊名:
年, 卷(期):

赵克楠, 李雷, 邓楠
赵克楠,李雷(南京邮电大学自动化学院,江苏南京210003), 邓楠(南京邮电大学理学院,江苏南京210003)
计算机技术与发展
Computer Technology and Development
2012(8)

参考文献(11条)

1. 李强;杨涛 形心和匹配跟踪算法的改进 2010(02)
2. 李昱;林俊超;余本喜 DSP嵌入式应用系统开发典型实例 2005
3. 苏涛;蔡建隆;何学辉 DSP接口电路设计与编程 2003
4. Barron J;Fleet D;Beauchemin S Performance of optical flow techniques 1994(01)
5. 鹏密;董辉;俞立 基于DSP的运动目标检测与跟踪系统设计[期刊论文]-浙江工业大学学报 2009(06)
6. 张金花 运动目标跟踪算法的研究[学位论文] 2009
7. 谢燕江 中值滤波在图像去噪中的应用[期刊论文]-湖南学院学报 2004(02)
8. 杨冬冬;常丹华;仲夏 运动目标检测与跟踪算法的改进与实现[期刊论文]-激光与红外 2010(02)
9. Lipton A;Fujiyoshi H;Patil R Moving target classification and tracking from real-time video 1998
10. Dai Y P;Yu G H;Hirasawa K New Development on Tracking Algorithm with Derivation Measurement 2001
11. Murray D;Basu A Motion tracking with an active camera[外文期刊] 1994(05)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfx201208021.aspx