

# 基于帧间双向互关联的点状多目标检测算法

万一,艾斯卡尔·艾木都拉

WAN Yi, ASKAR Hamdulla

新疆大学 信息科学与工程学院, 乌鲁木齐 830046

College of Information Science and Engineering, Xinjiang University, Urumqi 830046, China

E-mail: wanyi2006@sohu.com

**WAN Yi, ASKAR Hamdulla. Probabilistic weighted and bidirectional inter-frame correlation based estimation method for multi-target trajectory initialization. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(27): 178-179.**

**Abstract:** For solving the problem of the uncertainty about the targets number in the image sequence and initialize the target tracks, this paper researches on the algorithm Track-Before-Detection(TBD) by using a probability-weighted and multi-frame bidirectional correlation method. Firstly, this paper detects the combined frame based the threshold, secondly, through the association of probability of target groups, the authors can gain the initial target location, then by using the two-way correlation of inter-frame goals this paper initializes the track of respective goals. The simulation of results show that the algorithm has a good performance, a small calculation and a good real-time.

**Key words:** infrared image sequences; weak moving points targets; probability weighted; bidirectional inter-related; Track-Before-Detection(TBD) algorithm

**摘要:** 针对图像序列中点目标个数的不确定性和目标航迹的初始化问题, 研究了一种利用概率加权和多帧图像间的目标双向互关联特性的先跟踪后检测技术算法: 首先对组合帧图像进行基于阈值的首次检测, 再对目标群概率加权得出目标的初始位置, 利用帧间目标的双向互关联特性对各自目标的航迹初始化。仿真实验结果表明, 该检测算法计算量小, 实时性好。

**关键词:** 红外图像序列; 微弱点状多运动目标; 概率加权; 双向互关联; 先跟踪后检测技术算法

**DOI:** 10.3778/j.issn.1002-8331.2008.27.057 **文章编号:** 1002-8331(2008)27-0178-02 **文献标识码:** A **中图分类号:** TN911.71

## 1 引言

“微弱点状多运动目标初始信息的研究”作为主动视觉研究领域的一个新分支, 以其越来越多的应用而成为学术界的研究热点, 而又由于目标呈点状, 个数不确定, 无形状、尺寸、纹理等信息可以利用, 且目标对比度低, 随机出现运动规律无定式, 使目标在图像中的搜索、检测变得更为困难。因此, 对图像序列中微弱点状多运动目标检测算法的研究具有挑战性和现实意义。目前的检测技术多采用多帧检测技术。多帧检测技术分为两大类, 一类为先检测后跟踪技术(Detection-Before-Track)<sup>[1]</sup>, 另一类为先跟踪后检测技术(Track-Before-Detection, TBD)<sup>[2]</sup>。TBD 技术以其可靠性而被采用在目标检测中, 但在利用 TBD 算法进行多目标检测与跟踪时, 问题将变得更加复杂。这是因为以往的 TBD 算法是建立在单目标假设基础之上的, 在目标数未知的情况下, 这些算法很容易发生漏检。针对这种情况, 本文基于概率加权及组合帧间目标的双向互关联特性提出了图像序列中多个动目标的 TBD 检测算法。该算法能在目标数未知的条件下, 准确地确定目标个数及相应的初始信息, 并分离出各个目标的航迹。检测系统的功能框图如图 1 所示。该

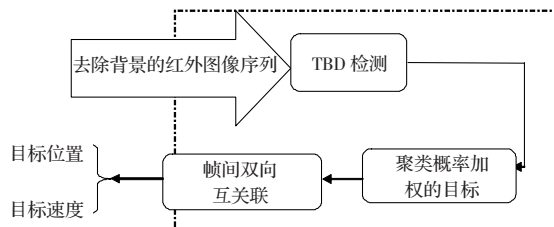


图1 算法流程

算法克服了以往文献中所提到的有“丢失检测”的缺陷。

## 2 观测及目标模型

含有点状动目标的序列图像观测模型为:

$$Z(r, k, s) = S(r, k, s) + N(r, k, s) \quad (1)$$

式中  $r$  为图像的二维空间坐标  $r=(x, y)$ ,  $s(r, k)$  为目标,  $k$  为离散时间,  $N(r, k)$  为零均值-测量噪声,  $s$  为图像序列的随机性。

目标模型为:

$$S(r, k, s) = \sum_{i=1}^{k_m} \sum_{j=1}^{k_m} A_{i,j} \delta(r-r_{i,j}, t-k, s) \quad (2)$$

**基金项目:** 国家自然科学基金(the National Natural Science Foundation of China under Grant No.60507005); 新疆维吾尔自治区教育厅高校科研计划科学研究重点资助项目(No.XJEDU2005104)。

**作者简介:** 万一(1982-), 女, 硕士生, 研究方向为图像目标检测与跟踪; 艾斯卡尔·艾木都拉(1972-), 男, 博士, 教授, 研究方向为多媒体信息处理。

**收稿日期:** 2007-11-08 **修回日期:** 2008-01-28

式中  $k_m$  为在  $k$  时刻的未知总目标数,  $A_{i,j}, r_{i,j}$  分别为未知目标的亮度值和位置。

### 3 概率加权融合算法

#### 3.1 基于阈值的首次检测

对经过杂波抑制后的图像序列,方法如文献[2],首先进行一次粗检测。由于组合图像上每一个点都有可能是目标,且认为它在短时间内做直线运动。所以,对每一点在其邻域(窗口内)先假设可能的4条运动轨迹如图2所示。然后,在每条轨迹上进行空间分集,将其合并结果送至检测器与某先定门限进行比较。若大于此门限,此条运动轨迹算是真实目标运动轨迹;否则不是。依此类推,直到所有可疑目标点的可能运动轨迹都验证完为止。此检测算法将大于某一阈值的像素点分离出来,将灰度值较大的且相距较近的点进行初步的聚类,本文称之为群<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 目标群概率加权数据融合

通过上述聚类算法将大于门限的可能目标根据距离判断视为一个目标群,目标群的个数与图像中原有的目标数相等。通过目标群的质心并以其为基准求取目标群中个各目标与质心的距离,再根据距离的大小分配概率。如图3所示,概率大小即为:

$$\beta_i = \frac{1/d_i}{\sum_{i=1}^n 1/d_i} \quad (3)$$

上式中  $i$  为目标群中可能目标的个数。

对于组合帧上的每一点,给出统一的合并公式:

$$M(j) = \sum_{i=1}^n \beta_i S(r, k) \quad (4)$$

上式中  $j$  为群目标个数,即原目标数。

由此来实现目标群的等效数据融合。此时组合帧中统计后的目标群个数即图像中要检测的目标个数,此算法较以往算法相比更好地克服了漏警事件的发生并且能有效无误的检测出目标的个数。

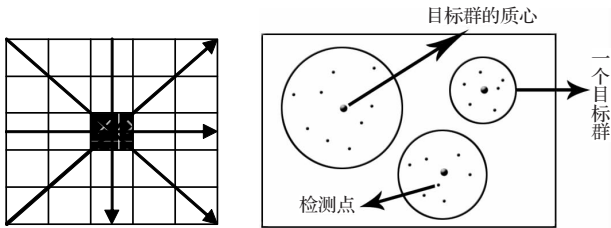


图2 邻域搜索方向

图3 组合帧中概率加权的目标点

### 4 双向互关联特性判断目标轨迹

由于组合帧中融合后的可疑目标个数不确定,无法在单个组合帧中判断出各点目标的运动轨迹,分析目标轨迹的特点可知,目标轨迹具备多帧图像的互关联特性<sup>[4]</sup>,因此本文研究出通过对3个组合帧图像上的经过融合后的目标点进行双向互关联特性的判断从而确定出各目标的运动轨迹,其基本的工作原理如图4所示。因为目标的位置是未知的,此时只能以整帧图像作为跟踪窗。对于位于  $fc1$  组合帧中的每一个目标,利用式(5)计算其与  $fc2fc3$  两个组合帧图像上的目标点之间的正向互关联性。为了确保轨迹的一致性同时利用式(6)对于位于  $fc3$  组合帧中每一个目标计算其与  $fc2fc3$  两个组合帧图像上的目标点之间

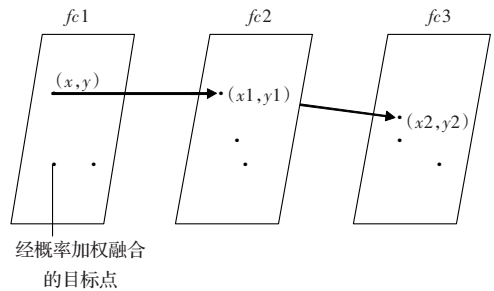


图4 组合帧间目标的互联

的逆向互关联性。

正向互联:

$$R_{1,2,3}(x, y) = g[f(x, y, 1) \sum_{p_1=-|l|}^{|l|} \sum_{q_1=-|l|}^{|l|} \sum_{p_2=-|l|}^{|l|} \sum_{q_2=-|l|}^{|l|} f(x+p_1, y+q_2, 2) \times f(x+p_1+p_2, y+q_1+q_2, 3)] \quad (5)$$

逆向互联:

$$R_{3,2,1}(x, y) = g[f(x, y, 3) \sum_{p_1=-|l|}^{|l|} \sum_{q_1=-|l|}^{|l|} \sum_{p_2=-|l|}^{|l|} \sum_{q_2=-|l|}^{|l|} f(x+p_1, y+q_2, 2) \times f(x+p_1+p_2, y+q_1+q_2, 1)] \quad (6)$$

式(5)表示  $fc1$  组合帧中位于  $(x, y)$  点处的第  $fc1fc2fc3$  组合帧图像互联数。 $(p_1, q_1)$  表示从  $fc1$  到图像  $fc2$ , 像素沿  $x, y$  轴的运动位移。 $(p_2, q_2)$  表示图像  $fc2$  到图像  $fc3$ , 像素  $x, y$  轴的运动位移,  $(-|l|, |l|)$  表示目标像素的可能运范围。式(6)表示图像中位于点处的  $fc2fc1$  三组合帧图像互联系数。

$$g(x) = \begin{cases} 1, & x > 0 \\ 0, & x \leq 0 \end{cases} \quad (7)$$

函数是一个硬判决函数(式(7)),当  $R_{1,2,3}(x, y)=1$  时表示以  $(x, y)$  为起点存在一条3点航迹片断它从图像  $fc1$  一直延伸到图像  $fc3$ 。当  $R_{3,2,1}(x, y)=1$  时表示以  $(x, y)$  为起点存在一条3点片断,它从图像  $fc3$  一直延伸到图像  $fc1$ 。由于目标的航迹具有平滑和高度一致性,无论是正向搜索,还是从逆向搜索,所检测到的目标一定是唯一对应的。此算法在计算量很小的情况下有效的分离出各个目标的运动航迹。

在得知目标位置和航迹的前提下,本文采取简单的速度公式来求取目标的速度信息。如式(8)所示:

$$v_i(x, y) = \frac{s_i}{t} \quad (8)$$

$i$  为图4中目标个数。

### 5 仿真实验

在实验中,随机产生了一组图像序列,图像大小为  $240 \times 320$ , 其噪声服从独立高斯分布。本文还假定目标尺寸为  $3 \times 3$  的像素点,亮度为短时平稳,目标运动速度为  $1 \text{ p/f}$  ( $\text{pkel per-frame}$ ),并在图像上叠加了5个不同运动方向的点状运动目标,图5给出序列图像中的一帧,本文取图像序列的前12帧构成组合帧,杂波抑制后的信噪比定义为:

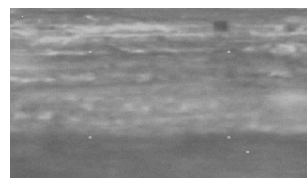


图5 实验中的一帧原始图像