文章编号: 1001-5078(2006)04-0330-03

利用多次差影融合法对弱点目标检测与轨迹跟踪

康 圣,王江安
(海军工程大学电子工程学院,湖北 武汉 430033)

摘 要:针对复杂天空背景下弱点目标的检测与跟踪,提出了一种利用多窗口、小尺度、多次差影融合点目标图像的快速检测与跟踪方法。用该算法对仿真及真实拍摄的空中弱点目标进行跟踪,证明该方法杂波滤除度高,计算速度快,实时性好,在工程上有重要的应用价值。

关键词:弱点目标;多窗口;检测;跟踪;多次差影融合法
中图分类号: TP391. 41 **文献标识码**: A

Using Repetitious Subtracting and Fusing Images for Detecting and Tracking Dim-point Target

KANG Sheng, WANG Jiang-an
(Electronic Eng, Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China)

Abstract: In order to detect and track dim-point targets under the complex background of sky, a high speed method is put, which uses multiwindow, little yardstick, repetitious subtracting and fusing images. By using simulated and real shooting images, the result proves that this method can not only filtrate almost all the noises but also detect and track infrared moving dim-point targets fast and real-timely.

Key words: dim-point targets; multiwindow; little yardstick; detecting; tracking; repetitious subtracting and fusing images method

1 引 言

利用红外成像实现自动目标识别(ATR)是精确制导与预警的主要技术发展方向,具有智能化程度高、被动隐蔽、作用距离远等优点。但多数情况下,特别是预警领域中,研究的主要是小目标与点目标,其特点是像素个数较少,检测过程中会不可避免出现误检或漏检,对后续的目标跟踪会产生极为不良的效果。因此对点目标的检测与跟踪的研究十分必要。

2 算法分析

目标在图像中的尺寸大小可由下式来进行计算[1]:

$$I_t = \frac{D}{R}\frac{I_m}{2tg(\alpha/2)} \tag{1}$$

其中,R为传感器至目标的距离(m);D为目标尺寸大小(m);I_m为传感器输出图像一边的尺寸(像元);α为视场角(°);I_t为目标在图像中一边所占的像元数。

根据网上国外反舰导弹相关数据,据式(1)可知对于迎头攻击的导弹,在 5km处,对舰载红外警戒系统的张角在 0. 05～1. 52mrad之间。大部分导弹在该距离处,在传感器的像面上只占据了一个甚至不到一个像元(称为亚像元或亚像素 subpixel),被称为点目标。而飞机则随攻击角度的不同,对舰载红外警戒系统的张角有较大的变化,在更远的距离上呈现为点目标。

而图像的差影法,实际上就是图像的相减运算(又称减影技术),是指把同一景物在不同时间拍摄的图像或同一景物在不同波段的图像相减。差值图像提供了图像间的差异信息,能用以指导动态监测、运动目标检测和跟踪、图像背景消除及目标识别等工作[2]。

然而,对于减法运算,有一种情况需要更进一步的考虑,即两幅几乎完全相同但稍微有些不对准的图像的减法运算。当将一个场景中系列图像相减以用来检测运动或其他变化时,准确对准是难以得到保证的。在这种情况下就需要更进一步的考虑。

假定差图像由(2)式给定:

作者简介:康 圣,硕士研究生,主要研究方向为目标跟踪及识别与图像融合。

收稿日期: 2005-08-30;**修订日期**: 2005-10-12

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

$$C(x, y) = A(x, y) - A(x + \triangle x, y) \quad (2)$$

其中,$A(x, y)$、$A(x + \triangle x, y)$分别为先后两帧图像,如果$\triangle x$很小,那么(2)式可以近似为:

$$C(x, y) \approx \frac{\partial}{\partial x} A(x, y) \triangle x \quad (3)$$

注意到$\frac{\partial A}{\partial X}$本身也是一幅图像,我们将其直方图以$H_A'(D)$表示。因此,由上式表示的位移差图像的直方图为:

$$H_C(D) \approx \frac{1}{\triangle x} H_A'(D / \triangle x) \quad (4)$$

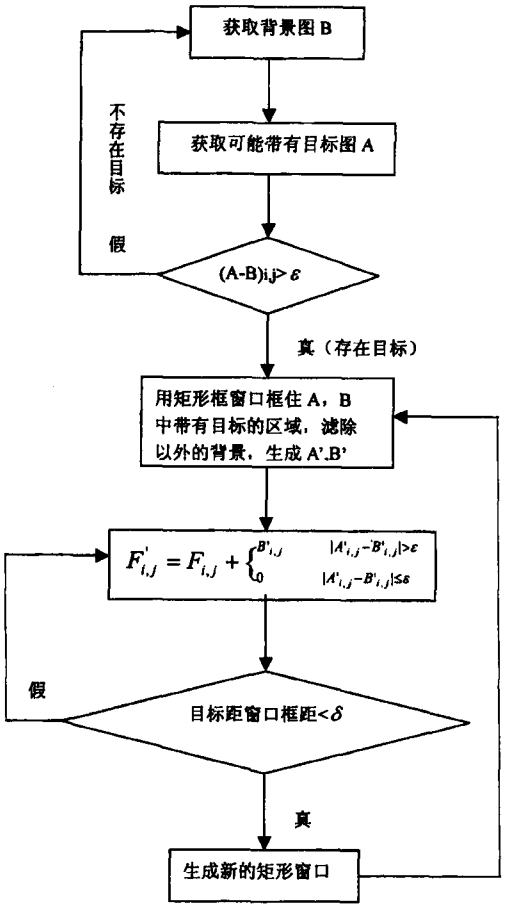

图 1

因此,减去稍微有些不对准的一幅图像的复制品可得到偏导数图像。偏导数的方向为图像位移的方向。所以,利用背景与目标图像的差影,就可以得到目标图像,然而该种方法利用的前提是:一,两幅图像必须预先配准;二,图像间的噪声不能过大,以至于淹没真正的目标。对于一,目前配准的方法主要有 Y. Chen利用的广义 Hough变换[3]和 A. Habib提出的迭代 Hough变换[4],以及 Huttenlocher等人提出了利用 Hausdorff距离通过特征点集比较图像的方法[5]等等,但是这些算法普遍缺点是算法过于复杂,实时性不好。对于二,在图像采集的过程中,由于受到电子热噪声的影响,图像中出现高斯噪声;而在图像传输的过程中,由于信道传输的错误有可能产生脉冲噪声。因此得到的红外图像信噪比相当低,易使信号湮没于噪声之中,如果使用相应的算法来滤除整幅图像中的杂波会增加算法的复杂度。

鉴于以上两点,本文提出一种利用多次差影的目标检测及跟踪的算法,能较好解决上述问题。见图 1。

3 流程图及其说明

对于该实验,有以下几点值得注意:

①确定目标阈值 ε大小的选取

对于阈值 ε,应该选取一个适当的值,过大容易导致目标的漏选;而过小导致假目标的出现,增加了计算量。经过 200帧图像的实验,对于距离为 8～15km红外点目标,ε取 0.08对于目标的跟踪较为合适。

②矩形框窗口的选取

为了减少计算量,提高实时性,本文选择矩形窗口来提取兴趣区域。对于一分钟采集 6帧的图像,大小选为距目标边界点 20个像素较合适。

$$A'_{i,j} = \begin{cases} A_{i,j} & A_{i,j}\text{在窗型框内} \\ 0 & A_{i,j}\text{不在窗型框内} \end{cases}$$

$$B'_{i,j} = \begin{cases} B_{i,j} & B_{i,j}\text{在窗型框内} \\ 0 & B_{i,j}\text{不在窗型框内} \end{cases}$$

③对于虚警目标的滤除

由于点目标运动的连续性,所以当帧频很高时,两帧间的差异非常小。所以当出现图像连续而目标的不连续时,可判定该目标不存在,从而减少了运算量。

$F_{i,j}$——临时目标合成图像

$F'_{i,j}$——新生成目标合成图像

4 试验结果

4.1 对复杂背景弱目标的检测及跟踪

本试验用 CCD采集的一幅复杂文字背景,并仿真一运动弱点目标在背景上做一随机运动,利用本算法进行跟踪,试验图像如图 2和图 3所示。

图 2 不含目标的背景图

这里阈值取 ε = 0.05,在肉眼发现不了目标的情况下,用本算法能轻易发现并跟踪目标。由于这几幅图像背景没有抖动,另外也没有较大的杂波干扰,所以实用价值并不大。通过这次试验展示了差

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

影法进行目标检测跟踪的快速强大功能。

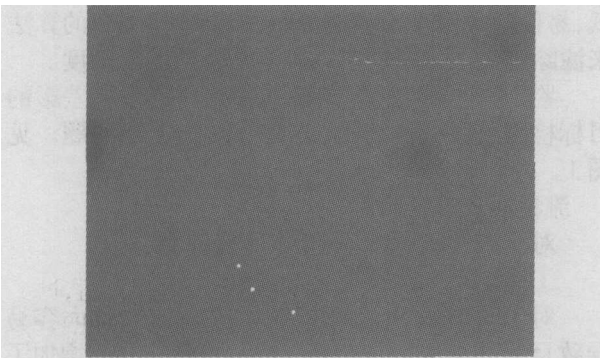

图3 连续弱点目标的轨迹跟踪

5.2 对天空背景下点目标的检测及跟踪

试验一:

本试验在天空背景下,对距离约15km某型歼击机作为红外点目标进行跟踪,拍摄了连续6帧图片并用本算法进行处理,处理结果见图4、图5。

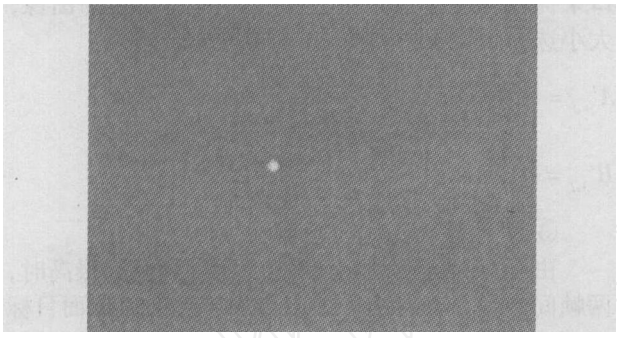

图4 其中一帧带有点目标的红外图像

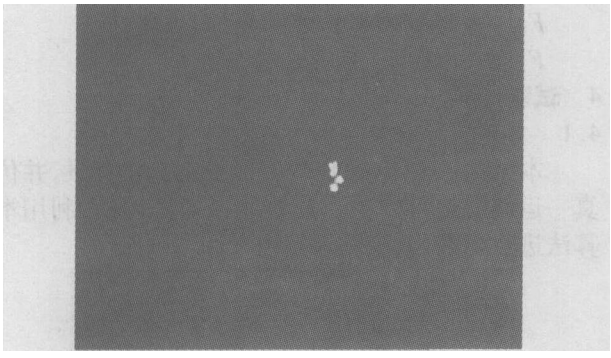

图5 最终轨迹融合图

经试验,这里阈值ε选取为0.08时能有效滤除杂波,另外由于用矩型窗口提取兴趣区域,所以大大减少了运算量,并且滤除了很多无关杂波,在短时间内,即在获取的较少帧图像中运用本算法基本上可以滤除所有的杂波。因此,若在短时间内连续截取数帧图像,然后用差影法处理,由于干扰杂波的互不相关性,兴趣区域的选择以及非兴趣区域的滤除可把大部分假目标过滤掉。此外在短时间内背景变化不大,可把背景的变化量忽略不计,即看作不变背景,所以对于复杂背景下的弱点目标亦可进行检测跟踪。当把所有短时间目标跟踪图像融合在一起以后,就可实现对目标的全程跟踪,另外计算的简单性也保证了算法的实时性处理。

根据上述原理,做了试验二:

该试验为在天空背景下,对距离约8km处的气球作为红外点目标进行跟踪,连续拍摄了24帧图片,并用本算法依次分为4组进行处理,最后将各组处理图像融合在一起,实现了对目标的跟踪,最终处理轨迹见图6。

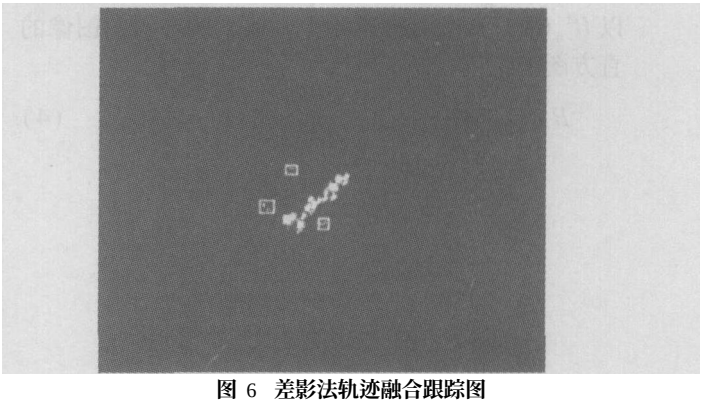

图6 差影法轨迹融合跟踪图

阈值ε选取为0.08,对上述两幅图像的对比,可看出用本算法能够对该点目标检测跟踪。后经多次实验(共计200帧图像处理),证明该算法能够对该弱点目标进行提取跟踪,但噪声没有完全滤除(见图6用矩形框出部分),后续可根据目标运动的连续性来滤除噪声。

4.3 小结及展望

综上所述,可以看出本算法对红外运动弱点目标进行较好的轨迹跟踪,能够滤除大量的杂波,但是对于兴趣区域内的噪声(用矩形框框出部分)本算法不能很好的滤除,对此,认为如果能在兴趣区域内判断目标运动的连续性,若目标运动不连续则认为是噪声,否则为目标,这样就能更加精确的跟踪目标轨迹。

由于不同运动目标在不同距离运动特性不相同,根据式(1)可估算出目标的运动速度,并与目标在传感器输出图像尺寸、亮度相结合作为特征进行提取,就可以对目标进行识别,因此对于目标下一步的识别本算法还是具备很大的潜力的。

参考文献:

[1] 叶增军,王江安,阮玉,等.红外警戒系统点目标检测距离理论分析[J].海军工程大学学报,2000,90-92.

[2] 何斌,马天予,王运坚,等.Visual C++数字图像处理[M].北京:人民邮电出版社.

[3] Y Chen. Registration of SAR and FLIR Images for ATR Application[A]. Proc. SPIE, 2001, 4380: 127-134.

[4] A Habib, D Kelley. Automatic Relative Orientation of Large Scale Imagery over Urban Areas Using Modified Iterated Hough Transform[J]. Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 2001, 56: 29-41.

[5] D P Huttenlocher, G A Klanderman, W J Rucklidge. Comparing images using the Hausdorff distance[J]. IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 1993, 15: 850-863.

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net