

一种新的红外/雷达传感器数据融合算法

殷艳华¹, 王学伟¹, 陈敏康²

(1. 海军航空工程学院控制工程系, 山东 烟台 264001; 2. 江南造船厂代表室, 上海 200011)

摘要:在基于角度信息的情况下,提出了一种新的雷达/红外角度数据融合算法,对该算法进行了分析和仿真,仿真结果表明,该算法计算简单,融合效果理想。

关键词:雷达;红外;数据融合

中图分类号:TP274;TN911.2

文献标识码:A

A New Algorithm of Data Fusion Based on Radar/IR Sensors

YIN Yan-hua¹, WANG Xue-wei¹, CHEN Min-kang²

(1. Department of Controlling Engineering, Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China;

2. Navy Agency of Jiangnan Shipyard (Group) Co. Ltd, Shanghai 200011, China)

Abstract: A new algorithm of radar and IR data fusion is proposed based on angle information. Simulation is made to evaluate the performance of the algorithm. The results of simulation show that the effect of this algorithm is very good.

Key words: radar; IR; data fusion

1 引言

为了实现对目标的精确跟踪与智能识别并提高自身的抗干扰性能,通常需要用到异类传感器系统,异类传感器之间的数据融合已成为数据融合的一个重要研究方向,雷达传感器与红外传感器的数据融合是异类传感器数据融合的重要内容^[1-3]。目前,从公开发表的文献看,有不少机构和人员对雷达与红外传感器数据融合进行了较为深入的研究,并取得了丰硕的成果。但在对雷达与红外传感器数据融合的研究中,主要是研究同一平台上的传感器数据融合,很少涉及异地配置的雷达与红外传感器之间的数据融合^[2]。

在雷达传感器与红外传感器异地配置的情况下,本文提出了一种基于角度信息的雷达/红外传感器数据融合算法,并对该算法进行了分析和数字仿真。分析和仿真结果都表明,该算法计算简单,融合效果理想。

2 雷达数据异步融合

对红外传感器来说,因为在提取特征信息(角度信息)前,需要对红外图像进行分割、配准等技术

处理,而且图像的数据量大,处理时间长,因此导致雷达与红外传感器向融合器上报数据的速度(称为观测速率)不同,在进行融合前,需要先进行时间同步处理(本文称为异步融合)^[4-5]。假设雷达观测速率为100Hz,红外观测速率为10Hz^[3],即在接收两次红外数据之间,融合器可接收到10次雷达数据。由于雷达观测速率较大,可以采用最小二乘法对雷达观测数据进行异步融合,使之与红外观测数据进行同步。文献[6]~[8]详细介绍了这种方法,这里不再赘述。

3 雷达/红外数据同步融合

假设雷达传感器(S_1)与红外传感器(S_2)位置关系如图1所示。又设雷达对目标观测的方位角和俯仰角分别为 θ_1, φ_1 ,红外传感器对目标的观测为 θ_2, φ_2 ,融合结果设为 θ, φ 。该算法定义将基线(两传感器连线)上 S 处(融合点)得到的数据作为雷达

作者简介:殷艳华(1983-),男,硕士,研究方向为复合制导与信息融合。E-mail:yyanhua@163.com

收稿日期:2008-01-15

与红外的融合数据,其中,融合点 S 的位置由下式确定:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2} \quad (1)$$

式中, d_1, d_2 为 S 到两传感器的距离; σ_1^2, σ_2^2 分别为雷达、红外传感器测量误差的方差。

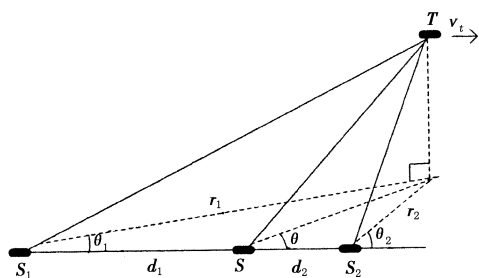


图1 融合算法模型

Fig.1 mode of fusion algorithm

由图1中几何关系,依正弦定理,不难推出:

$$\frac{\sin \theta}{r_1} = \frac{\sin(\theta - \theta_1)}{d_1} \quad (2)$$

$$\frac{\sin \theta}{r_2} = \frac{\sin(\theta_2 - \theta)}{d_2} \quad (3)$$

式中, r_1, r_2 分别为目标在平面上的投影到 S_1, S_2 的距离,其他参数意义同前文。

因为目标到传感器的距离相对于两传感器之间的距离要大得多,所以 $\theta_2 - \theta$ 与 $\theta - \theta_1$ 很小,可以近似认为 $\sin(\theta - \theta_1) = \theta - \theta_1$, $\sin(\theta_2 - \theta) = \theta_2 - \theta$,于是,由式(1)、(2)、(3)可得:

$$\theta = \frac{\sigma_2^2 \sin \theta_2}{\sigma_1^2 \sin \theta_1 + \sigma_2^2 \sin \theta_2} \theta_1 + \frac{\sigma_1^2 \sin \theta_1}{\sigma_1^2 \sin \theta_1 + \sigma_2^2 \sin \theta_2} \theta_2 \quad (4)$$

由式(4)知,融合结果是两传感器数据加权和。所以融合后的误差方差较单一传感器小、精度高。对于俯仰角可采用类似的研究方法,限于篇幅,本文只讨论方位角的融合情况。

4 仿真实例

在图1中,假设 $r_1 = 2000\text{m}$, $r_2 = 1950\text{m}$,初始角 $\theta_1 = \pi/6$,目标以 $v_t = 340\text{m/s}$ 的速度做平行于基线的匀速直线运动,雷达采样时间为 0.01s ,红外为 0.1s ,并设雷达与红外的测量误差分别是以 0.04rad 和 0.01rad 为标准差的高斯白噪声^[8],且它们相互独立。取采样点数为1000点,做30次蒙特卡罗仿真实验,对该融合算法进行仿真,结果如图2~图7所示。

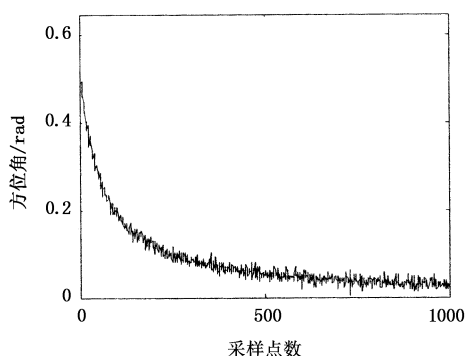


图2 雷达数据

Fig.2 radar data

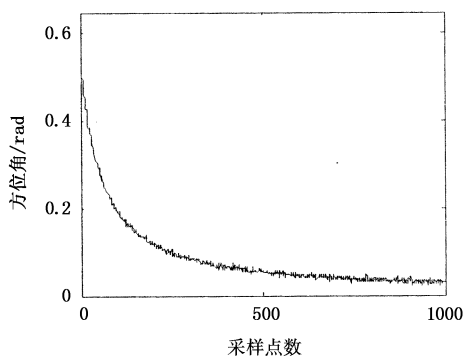


图3 红外数据

Fig.3 IR data

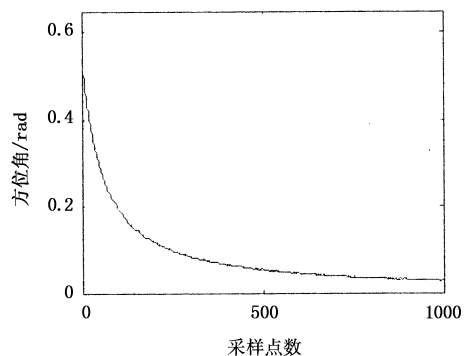


图4 融合数据

Fig.4 data of fusion

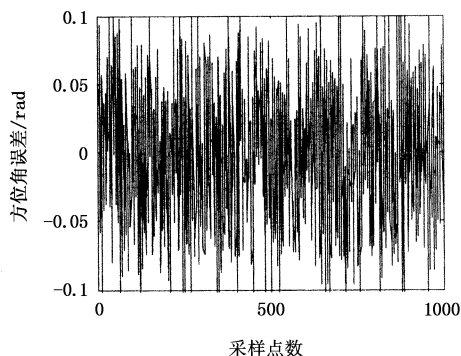


图5 雷达误差曲线

Fig.5 error curve of radar

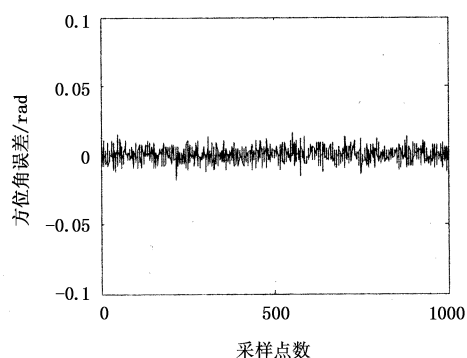


图6 红外误差曲线

Fig.6 error curve of IR

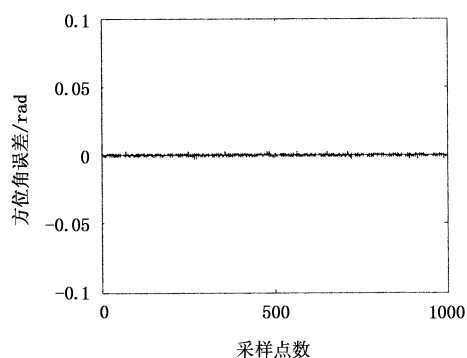


图7 融合误差曲线

Fig.7 error curve of fusion

从融合的结果可以看出,融合后数据波动小、精度高、效果好。

5 结束语

雷达/红外传感器数据融合是信息融合的重要

(上接第 722 页)

4 结论

通过以上算法实现的分析和仿真实验结果,得出以下结论:

(1) 基于形态学处理与帧间差分运算相结合的红外点目标检测算法能够较好地解决复杂背景下弱点目标的检测问题,并且对于不同的背景具有较好的适应性。

(2) 基于形态学处理的背景预测会产生较多的背景残余,此时如果直接进行多帧累加势必会形成很多虚假轨迹,严重影响目标的有效识别,而运用帧间差分法可以较好地解决这一问题。

(3) 帧间差分消除背景残余方法的提出,建立在正确分析背景本身固有的规律性特征基础之上,如图像背景变化一般是被动的、缓慢的,小区域内不会有大幅度起伏,因此这种方法具有普遍适用性。

(4) 背景残余的产生本质上是由背景中的孤立

研究内容,基于异地配置的传感器数据融合是多源信息融合的难点。本文针对异地配置的雷达/红外传感器,提出了一种新的融合算法,仿真结果表明,该算法计算简便,融合效果理想。

参考文献:

- [1] 何友,王国宏,等. 多传感器信息融合及应用[M]. 北京:电子工业出版社,2000:195-238.
- [2] 王国宏,邵锡军,等. 主被动传感器异地配置下的数据关联[J]. 现代雷达,2003,(4):26-29.
- [3] 丁赤飏,毛示艺. 基于雷达和成像传感器的融合跟踪[J]. 电子学报,1998,(9):134-138.
- [4] 朱志宇. 基于红外和雷达数据融合的机动目标跟踪方法[J]. 激光与红外,2007,37(2):170-174.
- [5] 夏克强,周凤岐,等. 红外/雷达复合制导数据融合技术中的时间校准方法研究[J]. 航天控制,2007,(1):8-12.
- [6] S Shertty, A T Alouani. A multisensor tracking system with an image-based maneuver detector[J]. IEEE Trans, 1996,AES-32(1):167-181.
- [7] W D Blair. Least-squares approach to asynchronous data fusion[J]. SPIE,1992,1697:130-141.
- [8] 封丽芳,司锡才,等. 雷达、红外成像传感器数据融合方法的研究[J]. 弹箭与制导学报,2005,(1):230-234.

奇异点引起,对于背景中没有奇异点或即使有奇异点但影响较小的情况,背景归一化后残差很少。此时的帧间差分虽然不是必须的,但依然可以增强效果。

(5) 本文的检测算法同样适于检测多目标,通过处理多帧序列图像能够建立多目标的运动轨迹,而且算法比较简单,满足实时性和鲁棒性要求。

参考文献:

- [1] 李正周,董能力,金钢. 复杂背景下红外运动点目标检测算法研究[J]. 红外与激光工程,2002,31(5):410-414.
- [2] 李智勇,沈振康,杨卫平,等. 动态图像分析[M]. 北京:国防工业出版社,1999.
- [3] 雷选华,王江安,李树山. 海空背景下红外点目标检测算法[J]. 激光与红外,2001,31(1):32-34.
- [4] 李飏. 红外自动目标识别方法与实现研究[D]. 长沙:国防科学技术大学,1998.