

一种多元信息融合技术的方案实现

夏寅辉¹, 白廷柱², 徐长彬¹, 殷金坚¹, 何文忠¹

(1. 华北光电技术研究所, 北京 100015; 2. 北京理工大学, 北京 100081)

摘要:对多元信息融合的概念、原理、模型进行了论述,基于以上论述提出了一种基于多传感器信息融合的设计方案。该设计方案采用多元信息融合技术对多源战场信息进行获取、感知,通过信息融合算法对可疑目标进行探测、识别、定位、组合,可获得精确的目标状态估计,以及战场态势估计与威胁估计,从而实现未来战争中陆、海、空、天、电磁频谱全维战场感知。

关键词:信息融合;目标识别;目标定位;多传感器

中图分类号:TN29 **文献标识码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.1001-5078.2016.03.015

Scheme of multi-sensor information fusion

XIA Yin-hui¹, BAI Ting-zhu², XU Chang-bin¹, YIN Jin-jian¹, HE Wen-zhong¹

(1. North China Research Institute of Electro-optic, Beijing 100015, China;

(2. Beijing University of Science and Technology, Beijing 100081, China)

Abstract:The concept, the theory and application fields of multi-sensor information fusion are discussed. Based on this, a scheme of multi-sensor information fusion is presented. The multisource battlefield informations are captured and apperceived by using multi-sensor information fusion technology, and the potential targets are detected and identified by information fusion algorithm. Thus, the estimations of target state, battlefield situation and threat can be obtained accurately, which achieves the full dimensional battlefield perception in the future battle.

Key words:information fusion; object identify; object position; multi-sensor

1 概述

随着传感器技术、电子技术、信号处理技术及精密机械加工技术的迅速发展,系统集成的传感器越来越多,系统的环境适应能力越来越强,获取的信息越来越多。特别是在军事应用领域,这种发展趋势越发明显。在这样的复杂系统中,信息种类、信息容量、信息的复杂程度及对信息处理的实时性、可靠性、准确性已远超单一传感器的系统。在这样的环境下,多元信息融合技术应运而生。

2 多元信息融合的原理

多元信息融合的基本原理是利用多传感器来获

取被测目标的各种数据信息,然后在空间或时间上对各种信息进行合理的支配和组合,从而获得被测目标的特征属性^[1-2]。

图1说明了多元信息融合技术的处理过程。

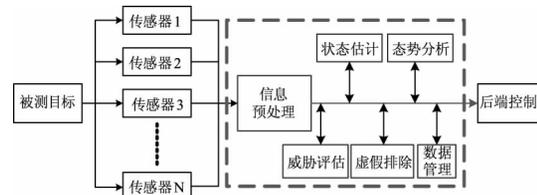


图1 多元信息融合技术的处理过程

Fig. 1 The process of multi-source information fusion technology

3 多元信息融合在本方案中的应用

方案中,采用了多个传感器的组合,将多种传感器模块综合集成为一体化多功能光电侦察装备,采用综合信息处理技术实现多元信息融合。

3.1 系统组成及工作原理

方案设计由红外热像仪、可见光一体机、激光测距机、电子罗盘、GPS 等多传感器组成,核心是信息处理、融合及决策判断,如图 2 阴影部分所示。传感器输出的多元信息通过信息预处理,筛选出正确的信息进入信息融合中心进行数据融合,系统框架见图 2。

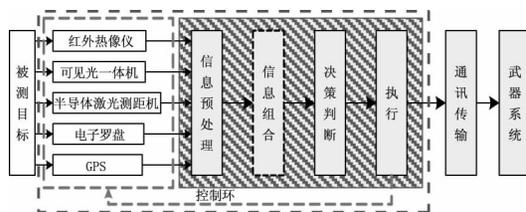


图 2 多传感器在本方案中的组成框图

Fig. 2 Multi-sensor composition block diagram in this plan

由红外热像仪及可见光一体机完成对目标的侦察任务,当发现可疑目标时,由激光测距机完成对目标的测距,由 GPS 定位模块和电子罗盘获得装备本身的位置和姿态信息,通过信息融合获取目标的位置等信息。红外热像仪及可见光一体机的红外视频信号通过数字视频接口传输给信息融合中心,激光测距机、多模北斗二代导航模块和电子罗盘的数据信息通过异步串口传输给信息融合中心,然后进行数据融合和综合处理。通过这样的多元化信息融合处理实现图像、数据信息和控制的有机结合。

3.2 信息预处理

方案中多传感器输出的信息包括:反映目标热特性的红外图像、反映目标频谱特性的可见光图像、反映目标距离的测距信息、反映目标相对于本系统的姿态信息及反映本系统的全球定位信息。由于战场的电磁环境非常恶劣,导致系统获取的这些数据中会夹杂很多的噪声,如果直接用来进行数据融合,则会产生错误的信息输出。信息预处理是本方案中信息融合部分不可或缺的环节。

3.2.1 红外图像预处理

国产化的红外探测器受材料和工艺限制不可避免地存在盲元及非均匀性,而这两点严重影响了系统的红外图像质量及目标探测识别概率和虚警率。

因此在红外图像的处理过程中加入了自动盲元处理算法和非均匀校正算法^[3]。

自动盲元处理算法基于红外探测器对不同温度的均匀背景响应的特性来自动识别盲元,通过温控 TEC 设置多个不同的温度点,分别采集不同的红外辐射数据,理论上红外探测器应随目标温度的不同而顺序地输出对应的红外辐射值,而探测器中的盲元由于其响应率差异太大,导致输出严重偏离了正常的响应元,图 3 是选择了某支国产红外探测器对 25℃ 黑体的红外辐射响应,从图中看出盲元的辐射值远远偏离正常的响应值。

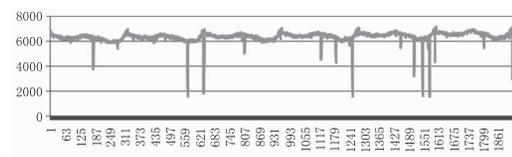


图 3 红外探测器输出的辐射值

Fig. 3 Infrared detector output value of radiation

红外图像预处理流程如图 4 所示。

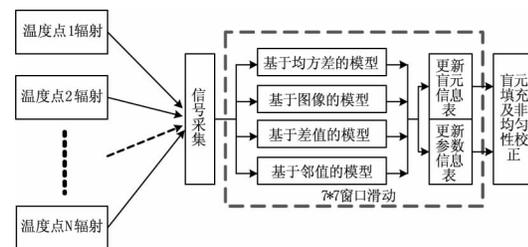


图 4 红外图像预处理流程

Fig. 4 Infrared image pretreatment process

3.2.2 可见光一体机图像预处理

在低照度或者强烈背光或高对比度场景下,可见光一体机通常会根据场景较亮的区域来还原现场的图像,由于较亮区域的图像信息较多,造成了相对较暗区域的信息丢失,难以还原,而在低照度环境下由于信号量降低,在图像信噪比一定的情况下信号噪声比较明显,同时针对国内大部分城市的环境情况,由于大雾或粉尘等环境时常导致画面失真或者模糊^[4]。这些不利影响均会对后续信息融合造成一定的误差,为此通过自动计算图像信息熵,反馈控制可见光一体机的运动自适应数字降噪、动态暗区补偿和图像增强-投雾等功能,来提升可见光一体机的图像质量,同时在光线良好的环境下自动关闭某些功能,以免过多的预处理导致图像失真,处理的流程见图 5。

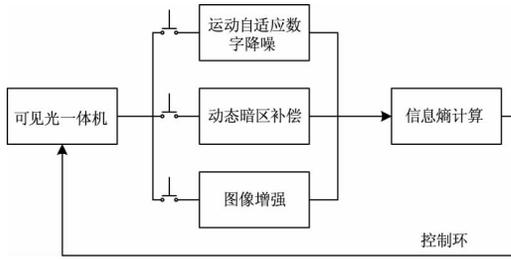


图5 可见光一体机图像预处理流程
Fig. 5 CCD image pretreatment process

通过计算机仿真试验,图像处理的结果见图6,从图中可以看出可见光一体机在控制环控制下使输出的图像有了非常明显的改善,为后续信息融合处理提供了准确的信息输入。



图6 可见光一体机图像预处理功能关闭/开始对比
Fig. 6 On/off contrast visible light camera image preprocessing

3.2.3 半导体激光测距机数据预处理

由于工艺的原因激光无法达到理想的平行线,而是以一定的束散角发射出去,因此经过一定距离照射到目标身上时呈现一定半径的激光光斑,此外激光光轴和红外热像仪及可见光一体机的光轴偏差对测距准确性影响较大,如图7所示,图中激光器束散角为1 mil,目标外框尺寸为3 m×3 m,内框尺寸为1 m×1 m。



图7 激光束散角及光轴对光斑大小和位置的影响
Fig. 7 Angle of laser beam and the influence of the optical axis of light spot size and location

对可疑目标进行多次测距,根据反馈测距值提示信息(前目标、后目标、超距目标、精度超差等)选取最准确的值进行下一步处理。

3.2.4 电子罗盘数据预处理

在实战环境中,环境的铁磁介质引起的磁场变化是导致电子罗盘输出精度下降的主因^[5]。一般来说,

磁场干扰可以分为硬铁干扰和软铁干扰两类。硬铁干扰产生于永久磁铁或被磁化了的导磁材料,这些干扰与罗盘的相对位置固定,在罗盘的方位角输出值上增加了一个常量,对航向的影响是一种固定的影响。软铁干扰产生于地球磁场和罗盘附近的任何磁性材料之间的相互作用,其干扰程度与罗盘的当前方位角有关。这是由于外部铁磁材料在地磁场上叠加了一个偏移磁场,使得航向输出值偏离了真实的航向值,解决软硬铁干扰的方法主要应通过校正来实现,校正的方法如下所示。校正示意图8。

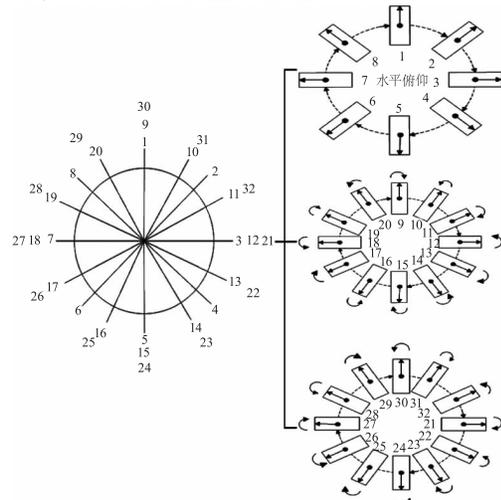


图8 电子罗盘32点校正示意图

Fig. 8 Electronic compass 32 points correction schematic diagram

3.3 信息组合

利用来自激光测距机, GPS 和电子罗盘三个设备的信息进行汇总后,通过目标解算即可得到目标点坐标^[6]。目标结算时需要的输入参数有:激光测距机获得的距离, GPS 输出的系统 WGS84 坐标, 电子罗盘的航向和俯仰角度。

先求出目标在站心地平坐标系下的坐标,再根据站心地平直角坐标系与站心赤道直角坐标系下的坐标,如图9所示,最后加上站心赤道直角坐标系与地球大地直角坐标系的平移向量就可以得到目标在大地坐标下的空间直角坐标^[7]。

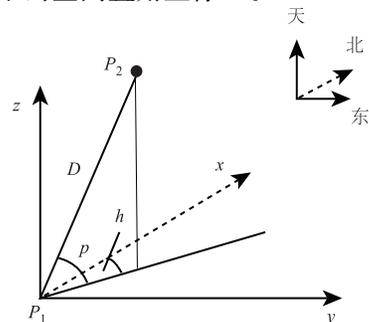


图9 目标定位示意
Fig. 9 Targets location

目标点坐标解算如式(3):

$$\begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sin B \cos L & -\sin L & \cos B \cos L \\ -\sin B \sin L & \cos L & \cos B \sin L \\ \cos B & 0 & \sin B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} D \cos p \cosh h \\ D \cos p \sinh h \\ D \sin p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} (N+H) \cos B \cos L \\ (N+H) \cos B \sin L \\ [N(1-e^2)+H] \sin B \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中, B 为系统纬度; L 为系统经度; H 为系统高程; p 为俯仰角度; h 为航向角度。

通过上式可以得到目标点的定位坐标。

4 实验结果

为了验证本方案的可行性,搭建了一套综合光电系统,并进行了实验验证,实验结果如图10所示。



图10 综合信息融合界面显示

Fig. 10 comprehensive information fusion interface display

在信息融合界面中,可以直观地观察到图像信息、电子罗盘信息和GPS定位信息。定位功能选用了GPS模块,它标称的自定位精度 ≤ 10 m,通过实验标定,实际自定位精度达到了2.6 m。对3019 m处的铁塔进行了目标定位实验,定位精度可达16 m。

5 结论

基于多元信息融合技术提出了一种多传感器信息融合的设计方案,该方案通过多元信息融合技术可以提升装备的战场适应能力,变单一传感器探测为多传感器探测;能提升装备对战场目标的探测、识别能力,提高目标的发现概率和识别水平;能产生和维持一致的联合战场态势,支持联合作战决策和方

案制定;能进行战场感知信息共享,提高战场信息使用效率;能科学配置和控制探测/侦察平台和传感器,充分利用战场空间感知资源。

参考文献:

- [1] ZHOU Liwei, LIU Yuyan. Target detection and recognition [M]. Beijing: Beijing Institute of Technology Press, 2004. (in Chinese)
周立伟,刘玉岩. 目标探测与识别[M]. 北京:北京理工大学出版社,2004.
- [2] YIN Yanhua, WANG Xuewei. Research on information fusion technology in composite guidance[J]. Laser & Infrared, 2009, 39(3): 319-321. (in Chinese)
殷艳华,王学伟. 复合制导中的信息融合技术研究[J]. 激光与红外, 2009, 39(3): 319-321.
- [3] LI Qiuhan, DU Yi. Space mall target recongnition for the two color IR imaging Syetem [J]. Laser and infrared, 2009, 39(6): 651-654. (in Chinese)
李秋华,杜鹤. 双色红外成像传感器时空信息融合的空间点目标识别方法[J]. 激光与红外, 2009, 39(6): 651-654.
- [4] WANG Yi. New data-fusion algorithm for radar and IR sensors at different sites [J]. Laser & Infrared, 2010, 40(3): 325-329. (in Chinese)
王毅. 一种新的雷达与红外传感器异平台数据融合方法[J]. 激光与红外, 2010, 40(3): 325-329.
- [5] CHEN Sen, XU Kehu. Situation assessment in the c4ISR information fusion system [J]. Fire and command control, 2006, 31(4): 5-8. (in Chinese)
陈森,徐克虎. C4ISR信息融合系统中的态势评估[J]. 火力与指挥控制, 2006, 31(4): 5-8.
- [6] GAO Fangjun. C3i multi-sensor information fusion system [J]. Fire and command control, 2008 33(4): 117-119. (in Chinese)
高方君. C3I多传感器信息融合系统[J]. 火力与指挥控制, 2008 33(4): 117-119.
- [7] GAO Jian. DSMT information fusion technology and its application in the robot map to create [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2007. (in Chinese)
高健. DSMT信息融合技术及其在机器人地图创建中的应用[D]. 武汉:华中科技大学, 2007.