

基于关联信息的红外微波复合探测技术研究

成军昌 刘继勇 刘 星

(西安工业大学电子信息工程学院 西安 710021)

摘要:针对红外微波复合探测的目标识别问题,提出了基于关联信息的多传感器复合探测目标识别方法,通过红外与微波传感器对真实探测目标和虚假干扰目标的回波差异分析,采用关联信息融合的方法提取相应的特征参数进行对比与分析。在此基础上建立了红外微波传感器探测目标识别的数学模型,并分析研究了基于关联信息的红外与微波复合探测目标识别问题,最后通过实验的方式加以验证并得出结论,该方法在目标探测及识别方面具有较为显著的效果。

关键词:红外微波;复合探测;目标识别;信息融合

中图分类号: TN215 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.1040

Research on target detection technology of infrared and microwave composite detection based on related information

Cheng Junchang Liu Jiyong Liu Xing

(Institute of Electrical & Information Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710021, China)

Abstract: For the target recognition problem of infrared microwave composite detection, proposed a multi-sensor target recognition method of compound detection based on information association, the difference of the real echo target detection and false target jamming of infrared and microwave extraction analysis, the corresponding characteristic parameters were compared and analyzed by using the method of information fusion. Based on the established mathematical model of target recognition of multi-sensor detection, and analysis of the infrared and microwave composite detection target recognition problem based on information association, through the experiment proved that this method has better detection effect of target recognition.

Keywords: infrared microwave; hybrid detection; target recognition; information fusion

0 引言

简单使用一种传感器时,所获得的信息可能只是环境特征的局限、不全面的信息,其所传递的信息内容已不足以满足科研的需求,需要加大它的信息含量,除此以外,每个传感器在工作时,本身品质、探测能力及外界噪声可能会对其产生不好的影响,很多情况下会采集到不完善的信息,并带有很大的不确定性因素,采集的信息可能是不正确的^[1]。由于这些缘故,需要将来自不同传感器的各种信息加以复合利用^[2]。

多传感器数据融合技术是一个新发展起来的科研方向,其具有多门学科相互交叉的特点,涵盖了信号采集与处理、概率论与数理统计、信息论、模式识别、人工智能、模糊数学等不同方面的理论^[3]。就多传感器探测过程而言,其信息内容是多种多样的、错综复杂的,因此科研上要

求信息融合的技术具有鲁棒特性,且能够对大量的信息并行处理。除此以外,对系统的数学方法与算法运算速率与正确性也有特殊的要求。在接口方面,对其与前一过程的预处理步骤和后一过程的信息识别步骤有一定的要求^[4]。多传感器数据融合技术与其他技术和科研方法要能够相互协调相互作用,且不影响它对数据样本的有效采集。通常情况,该技术具有非线性的数学法,当它具有容错性能、自适应性能、记忆功能以及并行处理的特性,则都能够作为融合方法来使用。

红外微波传感器数据融合方法是一种新发展起来的技术,又因为这一技术在目标检测、导航与制导、机器人系统、战术预警与防御系统、社会安全与犯罪预防、遥测与遥感、制造工程、设备监视与故障诊治、天气预报、自然灾害(塌方、地震、洪水等)预警、生物医学系统、脸部与语音、智能交通系统(ITS)的识别等领域有着广阔的发展潜

力,所以引起了学者的广泛关注^[5]。下文将论述并探索目标探测识别中,红外与微波复合探测技术是如何发挥作用的。

目前红外微波多传感器信息融合技术在目标探测与识别的应用主要体现在军事上对红外、微波传感器以及信息源的综合运用,从而达到对军事方面动态亦或是静态事物(比如大海里的潜水艇、海面上的舰艇、陆地上的运输车与坦克、天空上的导弹与飞机以及外空的军事卫星等)探测、识别和跟踪的目的^[6]。红外微波融合技术由单目标检测识别和跟踪发展到多目标检测识别和跟踪,集中式数据融合系统也升级为分布式多传感器数据融合系统,从某国军方研究并准备实践的战区和国家导弹防御系统(TMD)以及最近潮流的C3I系统就可以看出。

红外微波复合探测技术是一种提高目标探测系统性能的有效手段。通过分析红外探测、微波探测的各自特点,进一步研究红外与微波相结合的复合探测手段,在维持两者已有优势的基础上,力求尽可能的避免两者的劣势,以此来得到取长补短、互相弥补的作用。最后,通过实验验证了红外与微波复合探测的方法能有效地提高目标探测系统的性能,这对复合探测系统的设计和优化具有重要的研究指导意义。

1 红外与微波传感器数据融合介绍

红外与微波复合探测系统中目标识别技术最基本环节是特征提取、特征选择及分类识别、结构、物理、数学是目标识别最常见的特征。根据被探测识别的事物产生出一组基本特征,而后利用红外和微波传感器探测这些特征,此种情况下表现出来的特征叫做原始特征,这一形成过程称为特征形成过程。考虑到原始特征数量的庞大与复杂,而样本又处在高维的空间,因此将特征提取出来,通俗的说就是用低维空间并结合变换亦或是映射的手段来表示样本^[7]。接下来选择特征,一些最有效的特征会被挑选出来以此实现特征空间维度的降低。信号的脉宽、调制样式、重复周期、载频、上升与下降时间等等通常被认定为红外与微波回波的主要特征数据。

在目标的探测与识别过程中,使用简单一种传感器很难实现对被探测目标的准确识别判断,当充分利用多源传感器的信息融合技术,便可以很大程度上提高目标识别的准确度,即本文所研究的将红外与微波传感器予以复合的技术具有较高准确度^[8]。由于红外与微波传感器元器件自身故障、环境噪声等原因,复合探测系统可能会存在一些不确定性。目前,对于多传感器目标识别研究已经有了一定的发展^[9]。本文的主要研究建立在D-S证据理论的基础之上,D-S证据理论方法具有很好的数学基础,能很好地解决红外与微波探

测的缺点问题,在处理识别问题时,有较大的可靠性和先进性。下面主要介绍与研究D-S证据理论的数学模型与识别方法^[10]。

2 基于D-S证据理论的目标识别技术

在基于D-S证据理论的红外与微波探测目标识别过程中,设有一个集合,它的元素是假设,将其记为 Z ,且在 Z 集合中,各个元素间即假设与假设之间满足相互独立且完备两个基本条件。同时,把集合 Z 的所有子集的集合记作 Θ ,即 Θ 中的元素是假设的集合,若把 Z 中的假设个数令为 n ,则 Θ 中的子集数是 2^n 。

假设对于集合 Z ,令其支持证据的数量为 m 个,就每个支持证据而言,都会有一个基本概率赋值函数,记为 Y ,规定该函数 Y 存在一个从集合 Θ 到集合 $[0,1]$ 的映射关系,且该映射满足两个条件:1) $W(\Phi)$ 的值为0; 2) $\sum W(A) = 1$,其中 A 为 Θ 的子集^[11]。

设某个多传感器复合探测系统 Z 中所含传感器的个数为 m ,每个传感器都存在一个对应的概率赋值,并将其值记为 Y_i ,并规定 M_i 传感器与 $n(n \leq m-1)$ 个传感器之间存在某种关联关系。可以假设关联信息中实际测量的关联度与所设定的关联度之间存在比值关系,并将该值记为 T_i ,同时设定一个关联信息的影响因数,并将其记为 λ_i 。根据上述关联信息,由计算得出 Y_i 的概率修正值,结果为^[12]:

$$Y'_i = (1 + \sum_{i=1}^{m-1} \lambda_i T_i) Y_i \quad (1)$$

上述 Y' 也是从 Θ 到 $[0,1]$ 的一个映射,并且满足D-S证据推理的条件^[13],按照式(2)进行合成计算,并能够得到组合证据情况下的 $Y'(A)$ 。

$$Y'(A) = Y'_1(A) \oplus Y'_2(A) = \sum_{x_i \cap x_j = A} \frac{Y'_1(x_1) \times Y'_2(x_2)}{T} \quad (2)$$

规定该式中 $A \neq \Phi$,其中

$$T = 1 - \sum_{x_i \cap x_j = \Phi} Y'_1(x_1) \times Y'_2(x_2) = \sum_{x_i \cap x_j \neq \Phi} Y'_1(x_1) \times Y'_2(x_2) \quad (3)$$

3 红外与微波复合探测结果分析

在红外微波复合探测实验中,为了说明将关联信息和D-S证据推理相结合的多传感器数据融合技术在目标探测识别中具有好的结果,对红外与微波复合探测系统进行了系列对比实验,得到如下结果。

将红外与微波复合探测系统的5个不同被探测目标分别记作G1、G2、G3、G4、G5,表格中 Θ 代表不确定命题的基本概率赋值,在某个采样周期中,红外与微波传感器所对应的基本概率赋值如表1所示。

表1 红外与微波传感器的基本概率赋值

识别目标	G1	G2	G3	G4	G5	Θ
$y_1(*)$	0.2	0.3	0.3	0.2	0.25	0.35
$y_2(*)$	0.1	0.3	0.25	0.3	0.25	0.35

其次,在不考虑关联信息的情况下,直接按照 D-S 证据推理合成方法进行实验,可以得到证据合成后的基本概率赋值,如表 2 所示。与表 1 中红外与微波传感器的基本概率赋值相比,不难发现按照 D-S 证据推理合成方法所得到的目标识别概率都有所变大,不确定性命题的基本概率赋值有一定程度的降低。

表2 证据合成后的基本概率赋值(不考虑关联信息)

识别目标	G1	G2	G3	G4	G5	Θ
$y(*)$	0.24	0.32	0.34	0.29	0.30	0.31

若红外和微波传感器证据之间存在一定的关联,且其关联关系与关联度大小在实验中可以验证与测得,红外与微波传感器证据间关联度分布情况如表 3 所示。

表3 红外与微波传感器证据之间的关联度

关联度	G1	G2	G3	G4	G5
$T_{y_1 y_2}$	0.82	0.51	0.46	0.56	0.64
$T_{y_2 y_1}$	0.45	0.37	0.62	0.48	0.57

选取 $\lambda=0.18$,通过表 3 中的关联度计算修正后的红外与微波传感器赋值概率如表 4 所示。从表中可以看出,在引入关联信息之后,红外与微波传感器的探测概率并未引入关联信息前一定程度上有所提高。

表4 根据关联度计算修正之后的红外与微波传感器赋值概率

识别目标	G1	G2	G3	G4	G5	Θ
$y'_1(*)$	0.26	0.38	0.31	0.22	0.26	0.30
$y'_2(*)$	0.13	0.33	0.29	0.31	0.28	0.27

按照 D-S 证据推理的方法对上述修正之后的概率赋值继续予以合成,可以得到组合证据的结果如表 5、6 所示。

表5 引入关联度后按照 D-S 证据推理方法合成后的基本概率赋值

识别目标	G1	G2	G3	G4	G5	Θ
$y'(*)$	0.28	0.35	0.39	0.32	0.31	0.15

表6 是否引入关联信息时的 D-S 证据推理合成结果对比

识别目标	G1	G2	G3	G4	G5	Θ
$y(*)$	0.24	0.32	0.34	0.29	0.30	0.31
$y'(*)$	0.28	0.35	0.39	0.32	0.31	0.15

分析研究上述实验数据,通过对比引入关联信息与未引入关联信息两种不同情况时的 D-S 证据推理合成结果发现:当引入关联信息修正后,D-S 证据推理合成结果在识别概率和准确性方面具有明显的提高,同时,红外与微波复合探测系统不确定性具有明显的降低^[14]。研究结论是:当充分利用红外与微波传感器的多方面信息后,在原探测系统硬件条件和其他客观条件保持不变的情况下,合理应用多传感器数据融合的方法能够有效提高复合探测系统的性能^[15]。

4 结论

数据融合作为信息获取与处理领域的一个崭新课题,信息的不确定性及不完整性问题将得到有效解决。本文结合红外和微波探测技术各自的特点,对基于关联信息与 D-S 证据推理相结合的红外微波目标识别技术进行研究,发现该方法能有效排除虚假干扰目标,提高复合探测系统的性能,且红外与微波探测独立工作,互不干扰^[16]。最后通过对照有无信息关联、是否与 D-S 证据推理相结合两种不同情况下的实验结果表明,使用基于关联信息和 D-S 证据理论结合的红外与微波传感器探测方法的确能有效地提高识别目标的能力。

参考文献

- [1] 张延龙,王俊勇.多传感器数据融合技术概述[J].舰船电子工程,2013,33(2):41-44.
- [2] 杨雷.弱小目标检测与多传感器数据融合跟踪技术研究[D].哈尔滨:哈尔滨工程大学,2007.
- [3] 潘洋,王一丽,来磊,等.基于采样逼近的准同步改进算法研究[J].仪器仪表学报,2016,37(3):512-517.
- [4] 宋吟龄.雷达微波模块通用测试平台设计与实现[J].国外电子测量技术,2015,34(1):49-51.
- [5] 郭徽东,章新华,宋元,等.多传感器异步数据融合算法[J].电子与信息学报,2006(9):1546-1549.
- [6] 张鹏鹏,俞阿龙,孙诗裕,等.多传感器数据融合在矿井安全监测中的应用[J].工矿自动化,2015,41(12):5-8.
- [7] 侯立梅.基于多传感器数据融合智能导航车的算法研究[D].秦皇岛:燕山大学,2013.
- [8] 张景,张方,姜金辉,等.梁结构上动载荷位置识别的快速算法[J].国外电子测量技术,2016,35(3):42-46.
- [9] 黄华.基于多传感器数据融合仿真系统的人机交互技术研究[D].武汉:武汉理工大学,2010.
- [10] 潘丽娜.多传感器数据融合及在光电测量中的应

- 用[J]. 舰船电子工程, 2010, 30(1):63-65.
- [11] 胡为, 庄奕琪, 包军林, 等. 红外探测器低频噪声长时间监测系统[J]. 电子测量与仪器学报, 2015, 29(2):265-271.
- [12] 吴斌, 王鹤云, 刘秀成, 等. 基于虚拟示波器的涡流应力测量装置研制[J]. 仪器仪表学报, 2015, 36(12):2828-2834.
- [13] 廖惜春, 丘敏, 麦汉荣. 基于参数估计的多传感器数据融合算法研究[J]. 传感技术学报, 2007(1):193-197.
- [14] 张宾, 孙长瑜. 水声信号处理中的多传感器数据融合[J]. 传感器与微系统, 2007(1):48-50.
- [15] 靳国栋, 闫成新. 多传感器数据融合及其在图像信息处理中的应用[J]. 黑龙江大学自然科学学报, 2003, 20(4):73-75.

- [16] 陈学军, 杨永明. 一种基于双波段红外视频火灾探测器的研制[J]. 电子测量与仪器学报, 2016, 30(3):473-479.

作者简介

成军昌, 1992年出生, 硕士研究生, 主要研究方向为微波目标探测与识别。

E-mail: 1497727772@qq.com

刘继勇, 1956年出生, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为射频与微波电路。

刘星, 博士, 研究员级高工, 主要研究方向为红外目标探测与识别。

是德科技中标中国移动研究院移动物联网测试系统

该系统用于功耗、射频、定位等重要功能和性能的测试评估, 助力物联网新技术和新特性的研究验证

2017年9月20日, 北京德科技(NYSE:KEYS)日前宣布, 其移动物联网测试系统中标中国移动研究院项目。该解决方案是以 E7515A UXM 无线测试仪为核心的综合测试平台, 能够有效支持中国移动研究院对于移动物联网产品的功耗、射频以及定位等方面的测试方案研究以及新技术验证。

移动物联网模组是连接芯片与终端的桥梁, 能够满足物联网碎片化业务的定制需求, 高质量的模组产品有助于推动物联网业务快速部署与应用。模组是保障物联网业务质量的关键环节, 为了保证模组的良好品质, 标准化的测试平台和测试方案是不可或缺的, 用以保证功耗、射频以及定位等关键性能指标。良好的功耗性能保证更长的使用时间, 降低其部署和维护成本; 杰出的射频性能保证可靠的网络通信, 提升工作稳定性; 准确的定位性能使其在移动环境下也能很好地适应不同的应用场景。

是德科技与中国移动研究院在移动物联网测试研究方面开展深入合作, 研发了移动物联网测试解决方案, 可以实现对模组功耗、射频以及定位的自动化测试。在此行业发展

的关键节点, 标准化的测试解决方案以把控模组质量为物联网产品质量保障的核心, 将从整体上带动物联网产品质量提升, 助力移动物联网产业健康快速发展。

“是德科技的移动物联网测试解决方案在业界处于领先地位, 同时支持窄带物联网(NB-IoT)和高级机器类型通信(eMTC)技术”, 是德科技运营商与测试实验室事业部高级总监 Garrett Lees 介绍说, “工程师可以使用该系统对移动物联网模组的功耗、射频、定位等关键性能指标进行有效测试, 在保证产品质量并满足标准的条件下, 推动产品的研发进度并提升产品的市场竞争力。”

更多信息

关于 Keysight UXM 无线测试仪的更多信息, 请访问 www.keysight.com/find/UXM。高分辨率图像请见 www.keysight.com/find/UXM_images 获得。

请访问 www.keysight.com/find/contactus 与是德科技取得联系, 了解 E7515A UXM 的价格和交付信息。