

基于多源信息融合的武器系统目标识别方法

裴 富

江南机电设计研究所 贵州 贵阳 550009

【摘要】：复杂战场环境之下，单一传感器武器的目标识别会出现特征维度单一、抗干扰性差、识别准确率低等状况，不能适应现代智能化作战的要求。本文提出一种分层多源信息融合的武器系统目标识别方法，把雷达、红外、光电和电子侦察等各种类型的传感器的数据综合起来，用数据预处理、特征层融合、决策层优化的分层结构去发掘多源数据互相补充的优点，克服单一感知维度的不足。通过仿真战场场景做对比实验可知，该方法可以有效地提高复杂干扰、伪装隐蔽环境下武器目标识别的准确性以及稳定性，相比传统的单源识别方法综合性能明显提高，可以给武器系统的智能感知和精确打击提供技术支持。

【关键词】：多源信息融合；武器系统；目标识别；特征提取；智能感知

DOI:10.12417/3041-0630.26.11.030

引言

现代战场发展趋向于复杂化、对抗化、智能化，各种伪装干扰、诱饵欺骗、复杂气象环境大大加大了武器目标识别的困难程度。多源信息融合技术可以将各种各样的、多方面战场感知数据进行整合，依靠信息互补和冗余优化来克服单一传感器的不足之处，是提高武器系统目标识别能力的主要技术途径。目前大部分融合识别方法存在分层逻辑不清、特征匹配度低、复杂环境下鲁棒性差等问题，不能满足实战化作战需求。因此本文建立分层式多源信息融合识别框架，改进特征提取和融合决策算法，用仿真实验验证方法的有效性，给武器系统智能目标识别提供可行的技术方案。

1 多源信息融合识别总体架构

本文根据武器系统战场感知的特点，用数据层预处理、特征层融合优化、决策层判别输出的三层融合结构来完成多源传感器信息的有效整合和准确识别。整体架构既考虑数据兼容性又考虑特征互补性，可以适应空中、地面、海上各种类型的武器目标识别。

数据层属于基础层次，主要是对雷达探测数据、红外成像数据、光电图像数据、电子侦察数据等进行统一预处理。根据不同的传感器数据格式、维度、噪声特性等差异，对数据进行清洗、降噪、配准和归一化处理，剔除战场环境中产生的异常噪声数据，统一多源数据的时空基准，解决异构数据不能直接融合的问题，给特征提取提供高质量的数据支持。

特征层是主要的融合层次，用多分支特征提取和自适应融合的方式。用轻量化深度学习网络分别提取各类传感器数据的目标几何特征、灰度特征、频谱特征和运动特征，从中挖掘出各个维度的数据有效识别信息。加入注意力机制来自适应调节各个数据源特征的权重，加强高可靠特征的权重，削弱干扰无效特征的权重，从而实现异构特征的深度融合，充分发挥多源

数据的互补作用。

决策层属于输出层，依靠改进的证据理论来做出目标类别的判定。对特征层融合得到的高维特征信息做概率赋值，考虑战场环境约束条件来修正判别权重，从而得到准确的目标识别结果，并提高系统在复杂干扰环境下对目标识别的适应性。

2 关键技术设计

2.1 多源数据预处理技术

战场多源传感器数据具有明显的异构性，雷达数据是目标的散射和轨迹参数，红外数据是目标的温度辐射成像信息，光电数据是可见光图像纹理信息，电子侦察数据是目标的电磁辐射参数，各种数据的维度和特性差别很大。战场电磁干扰、气象遮挡会造成数据出现噪声、缺失、偏移等状况，直接融合会对识别准确率造成影响。

本文使用自适应降噪算法对各种数据进行降噪处理，对图像类数据用邻域均值滤波平滑噪声，对参数类数据用卡尔曼滤波修正数据偏移。利用时空配准算法把各种传感器获取的数据采集的时间和空间坐标统一起来，消除由于传感器探测时差、位置偏差造成的数据错位。最后用归一化的方法把各种数据映射到一个数值区间上，保证后面特征提取的一致性。

2.2 多维特征提取与融合

为了充分发挥多种源数据的识别作用，本文采用多分支轻量级网络对不同类型的特征进行提取。对光电和红外图像数据用卷积神经网络提取目标轮廓、纹理、尺寸、热点分布等视觉特征；对雷达探测数据提取目标散射截面、运动速度、飞行轨迹、距离参数等运动和物理特征；对电子侦察数据提取目标电磁频段、辐射强度、信号调制方式等辐射特征。

为了克服传统固定权重融合方法适应性差的问题，本文用通道空间双维注意力机制来给提取出的多维特征做自适应权

重分配。根据各个战场场景下各种传感器的可靠性不同，对自动强化的有效特征和干扰特征进行抑制，使多类特征深度耦合融合，得到高区分度的目标融合特征向量，提高目标特征的表征能力。

2.3 决策层融合判别的优化

传统证据理论对于多源决策融合存在着证据冲突、判断不清的现象，容易造成目标误识别。本文对证据理论进行改进，将战场环境下先验信息应用于证据赋值规则中，按照传感器探测精度、环境干扰强度来改变证据的可信度。对多组融合特征的判别概率进行迭代优化，消除由于冲突证据而造成的判断偏差，得到最好的目标识别结果。该方法可以在对抗环境较复杂的条件下，保证决策稳定，并降低漏检和误检的几率。

3 实验结果分析

3.1 实验设置

为了检验本文的方法识别性能，创建仿真战场实验环境，选取战斗机、无人机、装甲车辆、舰船四种典型的武器目标做为识别对象。实验数据集包含不同的光照、雨雪云雾、电磁干扰、伪装遮挡六个典型的战场场景数据，一共得到有效的样本数据 8000 组，训练样本 6000 组，测试样本 2000 组。设置三个对比实验，分别是单一雷达识别方法、红外光电融合识别方法和本文多源融合识别方法，用识别准确率、漏检率、识别耗时作为评价指标。

3.2 实验结果及分析

三组方法实验性能对比结果如表 1 所示。

表 1 三组方法实验性能对比

识别方法	识别准确率/%	漏检率/%	平均识别耗时/ms
单一雷达识别方法	82.15	9.82	28.6
红外光电融合方法	89.63	5.37	32.4
本文多源信息融合方法	96.81	1.25	35.2

由实验数据可知，单一雷达识别方法性能最差，在复杂的环境下受到电磁干扰的影响很大，准确率低、漏检率高，只能满足简单的场景下基本的识别需求。红外光电融合方法依靠双源信息互补，识别精度和稳定性得到明显改善，但是强伪装、远距离探测时特征信息缺乏，仍然存在一定的漏检问题。将四种传感器的多维信息融合起来，采用自适应特征融合和优化决策的方式，得到准确率为 96.81%，漏检率为 1.25%的识别结果，相比传统的识别方法来说，识别精度有了很大的提高。从耗时上来说，本文的方法比传统的要略高一些，但是差值都在 7ms 之内，完全可以满足武器系统实时识别的要求。

4 结论

本文针对复杂战场环境下武器系统目标识别精度低、抗干扰能力弱的问题，提出了一种分层多源信息融合识别方法，建立数据预处理、特征自适应融合、优化决策判别三级结构，充分发挥雷达、红外、光电、电子侦察等多源数据的互补性，很好地解决了单一传感器识别存在的不足。仿真实验结果表明，本方法可以明显提高复杂干扰环境下武器目标识别的准确率，减少目标漏检、误检的概率，有较好的实时性和鲁棒性。

参考文献：

[1] 刘红笛.基于多源异构信息融合的目标识别方法[J].海军航空大学学报,2024.

[2] 徐艺博,于清华,王炎娟.基于多源信息融合的巡飞弹对地目标识别与毁伤评估[J].系统仿真学报,2023.

[3] 周钢,瞿洋,张社国.集成学习在多源信息融合识别中的应用研究[J].兵器装备工程学报,2021.

[4] 张龙.面向复杂对抗环境的反舰导弹智能识别多模态自适应融合网络[J].现代防御技术,2026.

[5] 李正东,杨帆,王长城.基于图像与航迹信息融合的目标属性识别方法[J].兵器装备工程学报,2024.