



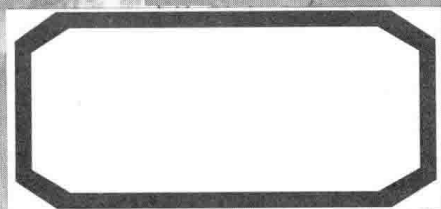
INTELLIGENT INFORMATION FUSION AND
TARGET RECOGNITION METHOD

智能信息融合 与目标识别方法

胡玉兰 郝博 王东明◎等著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



智能信息融合与 目标识别方法

胡玉兰 郝 博 王东明 郝伟光 著
秦丽娟 胡南南 李 芳



机械工业出版社

本书研究了信息融合目标识别技术,首先分析了特征级融合目标识别的基本理论,然后研究了多源图像的预处理、结合阈值分割的分水岭算法、结合聚类分割的分水岭算法、目标特征提取方法。对于特征融合方法,研究了基于协方差矩阵多特征信息融合、基于主成分分析的特征融合方法、基于改进免疫遗传的特征融合方法、基于独立分量的特征融合、对典型相关分析特征融合方法的改进。最后介绍了基于优化改进的反向传播神经网络目标识别、模糊支持向量机理论与编程实现、基于模糊支持向量机的识别系统实现。

本书适合从事多源信息融合理论、目标识别技术研究和工程应用的技术人员阅读,也可作为高等院校相关专业高年级本科生和研究生的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

智能信息融合与目标识别方法/胡玉兰等著. —北京:
机械工业出版社, 2018. 4
ISBN 978-7-111-59317-1

I. ①智… II. ①胡… III. ①信息融合—图象识别
IV. ①G202②TP391. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 041505 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 任 鑫 责任编辑: 闫洪庆

责任校对: 肖 琳 封面设计: 马精明

责任印制: 张 博

三河市国英印务有限公司印刷

2018 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 13 印张 · 246 千字

0001—2600 册

标准书号: ISBN 978-7-111-59317-1

定价: 59.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: 010-88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: 010-68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网: www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

前言 >>>

随着科学技术的发展,信息化已经在各个领域得到了重视和发展,特别是在军事方面的应用,如何获得有效信息是现代化战争的一个关键点。各个国家都投入了很大的人力和物力,用以实现对目标的全天候、全方位、多角度的有效识别与追踪。单一传感器的工作环境正变得日益复杂,如遇到移动、遮挡、缩放和旋转的目标时,需要通过利用多传感器来同时获取目标多方位特征,对其进行有效的融合分析,从而能够实现对目标的识别。目前,多传感器信息融合大多被应用在模式识别、目标跟踪等方面,同时在交通、网络安全、工业、军事和生物医学等领域也有着非常好的应用前景。

在传统的目标识别系统中,由于技术局限、环境复杂度不高和工作要求低,一般都以单一传感器来获取数据,所以获得目标或场景的信息一般都是片面的,并且受一定的光线和环境的影响导致了精确度低。为此人们提出了基于多传感器多特征的目标识别方法。

本书研究了信息融合目标识别技术,首先分析了特征级融合目标识别的基本理论,然后研究了多源图像的预处理、结合阈值分割的分水岭算法、结合聚类分割的分水岭算法、目标特征提取方法。对于特征融合方法,研究了基于协方差矩阵多特征信息融合、基于主成分分析的特征融合方法、基于改进免疫遗传的特征融合方法、基于独立分量的特征融合、对典型相关分析特征融合方法的改进。最后介绍了基于优化改进的反向传播神经网络目标识别、模糊支持向量机理论与编程实现、基于模糊支持向量机的识别系统实现。

本书由胡玉兰、郝博、王东明、郝伟光、秦丽娟、胡南南、李芳著。本书的研究工作得到了国家自然科学基金面上项目(项目号:61373089)的资助,作者在此表示诚挚的感谢。同时感谢机械工业出版社参加本书出版工作的同志们的大力支持与帮助。

信息融合目标识别技术目前仍处于不断发展的阶段,许多理论和算法还不够完善,加之作者水平所限,书中难免有疏漏之处,恳请广大读者批评指正。

作者

目 录 >>>

前言

第1章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 研究现状	3
第2章 特征级融合目标识别的基本理论	5
2.1 信息融合目标识别结构	5
2.2 特征级融合目标识别系统基本结构	6
2.3 特征级融合目标识别的关键问题分析	8
2.3.1 特征数据库	8
2.3.2 特征提取	8
2.3.3 特征融合	8
2.3.4 目标识别	10
2.4 本章小结	11
第3章 多源图像的预处理	13
3.1 多源图像的去噪	13
3.1.1 噪声分析	13
3.1.2 常用的图像去噪方法	14
3.1.3 几种较新的去噪方法	15
3.2 多源图像的平滑	20
3.2.1 均值平滑法	20
3.2.2 邻域平均法	20
3.2.3 加权平均法	21
3.2.4 选择式掩模平滑法	21
3.3 多源图像的滤波	23
3.3.1 低通滤波	23
3.3.2 高通滤波	24
3.3.3 中值滤波	26

3.3.4	维纳滤波	27
3.4	本章小结	29
第4章	结合阈值分割的分水岭算法	30
4.1	引言	30
4.2	图像阈值分割概述	30
4.3	常用的阈值分割方法	31
4.3.1	全局阈值法	31
4.3.2	局部阈值法	36
4.3.3	动态阈值法	36
4.4	改进的最大类间方差法	36
4.5	本章小结	43
第5章	结合聚类分割的分水岭算法	44
5.1	图像聚类分割概述	44
5.2	常用的图像聚类分割算法	46
5.2.1	划分聚类算法	46
5.2.2	层次聚类算法	47
5.2.3	基于密度的聚类算法	47
5.2.4	基于模型的聚类算法	48
5.2.5	基于网格的聚类算法	48
5.3	改进的FCM聚类分割算法	49
5.4	本章小结	53
第6章	目标特征提取方法	54
6.1	传统的特征提取方法	57
6.1.1	经典的特征提取方法	57
6.1.2	多项式不变矩	59
6.1.3	共生矩阵	67
6.2	红外和可见光图像特征提取和融合	70
6.2.1	多传感器特征提取	70
6.2.2	目标区域分割和检测	71
6.2.3	特征提取与融合	73
6.3	本章小结	75
第7章	基于协方差矩阵多特征信息融合	77
7.1	图像特征提取	77
7.1.1	多传感器特征提取	77

7.1.2	灰度特征	78
7.1.3	空间信息特征	78
7.1.4	梯度信息特征	79
7.2	协方差矩阵的构造	80
7.2.1	协方差矩阵与协方差	80
7.2.2	协方差矩阵距离的度量	81
7.2.3	特征协方差	82
7.3	多特征信息融合	83
7.4	融合实验结果与分析	83
7.5	本章小结	85
第8章	基于主成分分析的特征融合方法	87
8.1	特征提取	87
8.1.1	灰度共生矩阵	87
8.1.2	Hu 不变矩	88
8.2	几何特征	90
8.3	主成分分析的定义	90
8.3.1	主成分分析的基本原理	90
8.3.2	数学模型	91
8.3.3	主成分的推导	93
8.4	基于主成分分析的图像特征级融合实现	96
8.4.1	目标特征的提取	96
8.4.2	特征融合	96
8.4.3	实验结果与分析	96
8.5	本章小结	99
第9章	基于改进免疫遗传的特征融合方法	100
9.1	遗传算法基础理论	100
9.1.1	遗传算法概述	100
9.1.2	遗传算法流程	101
9.2	一般的免疫算法基础理论	103
9.2.1	免疫算法概述	104
9.2.2	免疫算法流程	105
9.2.3	一般的免疫遗传算法	105
9.3	基于改进免疫遗传的图像特征级融合实现	107
9.3.1	改进算法的关键技术	107
9.3.2	基于改进免疫遗传的特征融合原理	108

9.3.3	特征级融合实现	108
9.3.4	实验结果与分析	111
9.4	本章小结	112
第 10 章	基于独立分量的特征融合	113
10.1	ICA 的定义	113
10.2	随机变量的独立性概念	114
10.3	ICA 独立性的度量	115
10.3.1	非高斯性	115
10.3.2	互信息	117
10.4	快速固定点 ICA 算法	117
10.5	基于 ICA 的图像特征级融合实现	119
10.5.1	ICA 的预处理	119
10.5.2	特征融合	120
10.6	实验结果与分析	121
10.7	本章小结	125
第 11 章	对典型相关分析特征融合方法的改进	126
11.1	CCA 的基本思想	126
11.2	CCA 的基本原理	127
11.2.1	CCA 的数学描述	127
11.2.2	典型相关的定义及导出	128
11.2.3	CCA 的基本性质	130
11.3	典型相关变量和相关系数的求解步骤	132
11.4	基于 CCA 改进算法的图像特征级融合实现	133
11.4.1	改进算法的关键技术	133
11.4.2	特征融合过程	133
11.5	实验结果与分析	134
11.6	本章小结	137
第 12 章	基于优化改进的反向传播神经网络目标识别	138
12.1	BP 神经网络	139
12.1.1	BP 网络模型	139
12.1.2	BP 神经网络结构	139
12.1.3	BP 神经网络训练学习	142
12.1.4	BP 神经网络主要特点	144
12.2	改进的 BP 神经网络	145

12.3	PSO 算法的基本原理和理论基础	145
12.3.1	PSO 算法的基本原理	145
12.3.2	PSO 算法的基本流程	147
12.4	PSO 优化改进的 BP 神经网络	147
12.4.1	PSO 优化问题分析	147
12.4.2	PSO 优化算法流程	149
12.5	仿真结果分析和识别系统实现	149
12.5.1	仿真结果分析	149
12.5.2	识别系统实现	152
12.6	本章小结	155
第 13 章	模糊支持向量机理论与编程实现	157
13.1	模糊数学理论	157
13.1.1	模糊数学的发展历程	157
13.1.2	模糊集	158
13.1.3	几种常见的模糊隶属度函数	158
13.2	支持向量机理论	160
13.2.1	经验风险	160
13.2.2	结构风险最小化	162
13.2.3	最优超平面	164
13.2.4	VC 维数	165
13.2.5	核函数	166
13.3	模糊支持向量机理论	167
13.3.1	第一种模糊支持向量机	167
13.3.2	第二种模糊支持向量机	168
13.4	模糊隶属度核函数的选择	170
13.4.1	基于类中心距离的隶属度函数	170
13.4.2	基于 S 形函数的隶属度函数	171
13.4.3	基于 π 形函数的隶属度函数	171
13.5	模糊支持向量机算法的编程实现	172
13.6	本章小结	174
第 14 章	基于模糊支持向量机的识别系统实现	175
14.1	模糊支持向量机识别系统的架构	175
14.2	图像预处理部分的实现	176
14.2.1	文件的打开与显示	177
14.2.2	预处理模块图像增强的执行	178

14.2.3	预处理模块图像分割的执行	178
14.3	特征提取部分的实现	179
14.3.1	文件的打开与显示	179
14.3.2	传感器类型的选择	179
14.3.3	计算相应的特征值	180
14.3.4	特征值的存储	181
14.4	目标特征数据库系统的技术实现	181
14.4.1	特征数据库管理系统的构建	181
14.4.2	目标动态特征库管理技术	182
14.4.3	目标特征数据库建立	184
14.4.4	数据库管理系统编程实现	185
14.5	模型训练部分	188
14.6	目标识别部分	189
14.6.1	目标识别模块工作流程与结果显示	189
14.6.2	目标识别结果分析与对比	189
14.7	本章小结	192
参考文献		193

1.1 概述

随着科学技术的发展,信息化已经在各个领域里得到了重视和发展,特别是在军事方面的应用,如何获得有效信息是现代化战争的一个关键点,它决定了战争的胜负,从而使得各个国家都对实时获取信息投入了很大的人力和物力,以达到对目标实时、全天候、全方位、多角度有效而准确的识别与追踪。而目标识别的主要问题是:如何获得我们想要识别的目标的特征,使用单一传感器一般在特定环境下可对目标进行识别,但是随着现在的工作环境变得日益复杂,在遇到可移动、遮挡、缩放和可旋转姿态变化的目标时,它已经不能满足需求了。此时我们就需要通过利用多传感器来同时获取目标多方位特征,对其进行有效的融合分析,才能对目标进行识别。目前,多传感器信息融合大多被应用在模式识别、目标跟踪、态势评估等方面,同时在交通、网络安全、工业、军事和生物医学等领域也有着非常好的应用前景。

在传统的目标识别系统中,由于技术局限、环境复杂度不高和工作要求低,一般都以单一传感器来获取数据,所以获得目标或场景的信息一般都是片面的,并且在受一定的光线和环境的影响导致了精确度低,此时人们为此提出了基于多传感器多特征的目标识别方法。在 20 世纪 70 年代后期人们提出了基于多传感器的信息融合概念,通过将传感器、图像信号处理、计算机仿真和人工智能有效地结合起来形成现代处理技术。它是通过对人类和其他受感知的器官(四肢、眼、鼻、耳)所感知的信息(触觉、图像、味觉、声音)来进行有效的模拟,再利用先验知识对其进行综合分析,从而达到了对周围陌生环境做出有效可靠的分析判断的目的。当然这里的处理运行过程相当的复杂,同时也是根据自适应去有效完成的,通过将各种有效信息进行转化,来达到对有价值的具体环境的解释,这又涉及许多不同的智能结合应用,以及通过利用先验知识库来对信息含义进行有效解释。通过将不同的或者相同的多个传感器进行有效结合的方法称为信息融合处理方法,同时人们也称它为多传感器融合,而信息融合则是我们应用中最广泛的称呼。

在目标识别系统中,可见光传感器和红外传感器是常用的两种传感器。主要负责在白天与黑夜对目标图像数据进行有效的采集,充分结合了它们在图像信息的互补性,从而使得它们能够协同进行并得到更高的识别精确度、环境抗干扰性和适应能力。所以相对于单一的传感器目标识别系统而言,多传感器协同的目标识别系统具有以下优点:

- 1) 分辨率高,可信度高,生存能力强,有利于识别目标。
- 2) 范围广,扩展了目标识别有效空间、时间的覆盖范围,对隐身目标能有效地进行识别。
- 3) 可见光和红外传感器能够采集图像的不同特征,从而降低了目标识别的模糊性,对目标能够进行更有效的识别。
- 4) 可实时、全天候、全方位、多角度地对目标进行有效识别,改善了系统的整体性能。

本书研究的目的是针对单传感器在目标识别系统中的不足,研究、设计以及实现采用多传感器协同处理技术的目标识别系统,充分利用红外和可见光采集目标数据信息进行互补,从而获得比任何单传感器对目标更为全面和精确的表述,为多传感器协同的目标识别系统打下了良好的基础。因此,基于多传感器协同的目标识别系统有很高的研究价值。

随着科学技术的发展,虽然基于特征信息融合的目标识别技术被广泛地应用在国防、医学、安防、信息安全、遥感探测等领域,但是在模式识别领域中对研究的难点和一些薄弱环节仍需要我们去完善和解决,所以选择多特征信息融合来作为我们的研究方向,主要有以下几点原因:

- 1) 目前有文献对图像的特征信息融合方法进行了描述,并说明了其在目标识别中的表现明显好于像素级图像融合和决策级图像融合。
- 2) 通过图像的特征信息融合不仅能够帮助我们提取更多有效的特征信息,来对图像进行综合分析和融合处理,而且还可获得图像中附带可利用的其他特征,在一定程度上帮助系统降低了训练学习的复杂度,从而增强了算法的鲁棒性。
- 3) 特征信息图像融合通过外部传感器获得的图像数据既能对目标的多特征信息进行融合和保留,也能帮助我们在一定程度上消除原始图像的一些冗余信息。这样就能达到信息压缩的目的,有利于对信息进行有效的实时处理。
- 4) 目标识别主要就是依靠目标特征数据库,利用多传感器图像特征信息融合就是为了从不同角度、不同时间、不同空间去对目标信息进行有效采集,通过有效的特征提取,以及特征信息融合,最终的结果就是为了更好地去识别目标,提高目标识别系统的可靠性。目前对特征融合的研究最为滞后和困难,由于特征的千差万别,特征提取对算法的要求也是千差万别,所以缺乏一套成熟理论框架和结构。目前所使用的融合思路仍处于沿用模糊方法、聚类方法、人工智能等方法阶段。这里我们面对的问题是怎样才能有效地突破传统的技术并

将其应用于特征融合,来帮助我们获得更好的实质性效果。由于这一领域具有非常大的挑战性和应用前景,专家学者都在努力地深入探索。

1.2 研究现状

在信息融合目标识别方面,国外起步相对国内要早。早在20世纪70年代末期,美国科研机构利用多个悬浮水下声呐,再通过使用当时先进的计算机处理技术对信号进行有效的融合处理后发现,其根据处理后的数据能够对敌方潜艇的位置进行有效的检测。事实证明这一发现可以说是现代战争一次变革的开始,从而使得信息融合技术进入了军事研究部门的视野。

早在1973年,在美国国防部的全额资助下,美国科研机构利用基于多传感器对信息融合技术展开了深入的研究。至此,信息融合技术这一新的名词诞生了,并且在学术界很快得到了广泛的重视并发展起来。在著名的军事C³I系统中,它不仅得到了应用——同时通过采用多种传感器来有效地收集信息,而且在工业控制、智能机器人、海洋纹理监视、空中交通管制和综合导航等领域中,基于多传感器开发也被赋予很大的应用前景。到了20世纪80年代,随着科学技术的快速发展,美国海陆空部队也对军事战略监视系统展开了研发,通过利用信息融合技术来实现对目标进行有效的跟踪、识别、态势评估和威胁估计,并得到了很好的效果。同时基于此项研究成果,成功地开发出了世界上第一代信息融合系统,即集战略系统、海洋监视系统和小型战术系统为一体的系统。美国国防部于1998年将信息融合保密作为一项重点研究开发的关键技术之一。如今英、美、德、法等发达国家中都有许多顶尖的技术人才在政府的资助下对数据融合技术进行深入研究,他们将大量的研究成果公开发表在各种学术期刊和学术会议上。进入21世纪后,在实际应用中信息融合识别技术得到了快速的发展和开发。比如在2000年,加拿大Safe Software公司成功地将自己的产品空间数据操作引擎(FME)打入到中国市场,它是通过基于多年来对数据融合技术研究成果的积累,才成功开发出来的空间数据格式转换的实际应用软件。目前根据用户反馈的数据统计来看,其软件得到了非常好的认可度。美国国防部曾委托雷声公司,利用多传感器信息融合技术为美国陆军研制可有效提供远程先进侦察监视的目标识别系统。这套传感器主要包含了视频传感器、红外传输系统、基于人眼安全的激光测距仪和GPS干涉仪。充分利用了各个传感器的特点,既可以成像,也可通过电视传感器传输实时融合成像,至少帮助图像提高了50%的清晰度,而且关键的是系统的目标探测有效距离相对原来的系统提高了3倍。

国内虽然在多传感器数据融合目标识别这方面相对国外起步比较晚,技术不够成熟,但是在军事应用方面也时刻关注国外的发展,并努力积极进行研究和开发。在非军事领域,我国也投入了充足的科研经费,也得到了很大的进展。如基

于人类生物特征指纹和人脸身份识别系统，它们在考勤、安防等方面取得了很好的开发成果。主要开发成果如下：基于指纹和人脸的融合身份识别、掌纹和视网膜的融合身份识别、可见光和红外融合的人脸身份识别等；基于遥感图像特征融合目标识别，通过使用遥感技术来对目标进行有效探测，并通过利用基于多传感器和多光谱的遥感图像来进行特征融合，从而能够获得目标的位置、性质和身份属性等信息；基于特征级融合的交通智能系统，主要应用在对驾驶员疲劳驾驶警示系统中；基于多传感器特征融合的工业系统，主要应用在工业系统故障诊断中。

特征融合在目标识别中处于一个非常重要的处理环节，但是目前人们对特征融合的研究仍然停留在对样本能提取什么样的特征、如何选择合适的融合规则。目前对于融合算法开发，主要基于应用对象需求来对其展开设计。理论上还没有一套统一体系与评价体系。对于在特征融合目标识别的研究中，广大学者的注意力主要在处理算法、融合识别的结构与框架和对特征融合识别系统如何进行建模与实现等问题上，这几方面中研究热度最高的是对融合识别中使用的算法及信息融合系统在各领域中具体的应用。

目前信息融合技术主要可分为特征级融合、数据级融合和决策级融合这三部分。数据信息融合主要是解决实际中遇到的问题，如传感器中解决时域协调性的问题，在全局坐标中解决相关的一致性检验、坐标的变换、信息的同化、数据的关联等问题，其中最棘手的问题是解决一致性检验和数据的关联。而特征级与决策级融合的识别算法与人工智能紧密结合进行应用是比较常见的。当前比较主流算法主要有卡尔曼滤波法、加权平均法、N-P 法、错误率最小化方法、贝叶斯法、证据组合（D-S）法、神经网络法、模糊理论法、聚类分析法等。目前在基于特征级融合识别方法的应用中，大家都广泛采用的算法主要是 N-P 法、神经网络法、模糊理论法、聚类分析法及各类混合算法。

目前都是基于同一传感器通过对图像进行不同方向、时刻和角度的特征采集来进行有效的融合^{[7][8]}，而由于技术原因，对基于多传感器图像特征信息融合的应用还相对不多。由于信息融合处于目标识别系统的前一级，属于“心脏”地位，其处理过程是非常复杂且具有一定的不确定性，以目前我们所知的理论、技术、设备来对信息融合方法进行研究还是达不到很高的要求。虽然如此，我们的一些成果还是成功地广泛应用在了生活和军事诸多领域中，如医疗领域中的 CRT 图像检测；生物领域中的指纹识别、人脸识别等；军事战场上的目标识别（如坦克、飞机等）。随着计算机的不断快速发展，处理速度越来越快，融合的计算处理速度效果也越来越快，但是在面对数量非常庞大的目标和特征信息时，由于缺少成熟的特征关联融合理论及其理论工具，在模式识别方法中，模糊方法、聚类方法、神经网络方法、人工智能等方法依旧是研究特征级融合目标识别的主要方法。目前国内外专家学者都在积极探索如何将这些理论和技术应用于特征融合中，从而获得令人满意的效果。

特征级融合目标识别的基本理论

2.1 信息融合目标识别结构

多传感器信息融合目标识别系统一般处理流程有：传感器采集信息预处理、信息配准、信息融合、特征提取以及目标识别。按信息抽象程度，多传感器信息融合一般分为三个层次，即数据级信息融合、特征级信息融合、决策级信息融合。多传感器信息融合目标识别系统结构如图 2-1 所示。

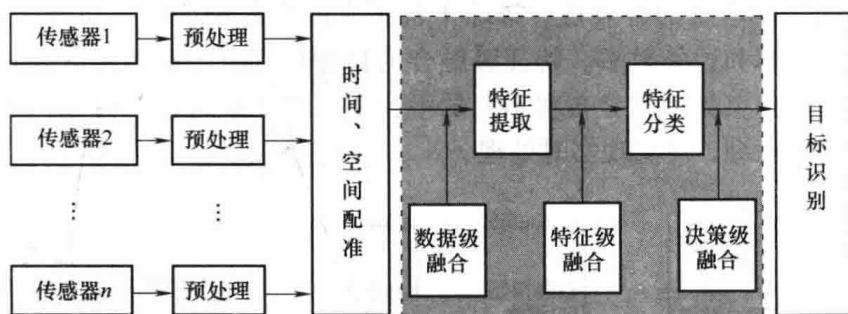


图 2-1 多传感器信息融合目标识别系统结构图

数据级融合是较低层次的融合，它是对来自同等量级的传感器原始数据直接进行综合和分析，在基于传感器的融合数据上进行特征提取和身份估计。它要求传感器必须是同类型或是相同量级，例如若干个可见光传感器或红外传感器和可见光传感器的组合。数据级融合通过对传感器原始数据进行关联和配准，来确定已融合的数据是否与同一目标或实体有关，通过传感器融合数据完成与单传感器相同的识别处理过程。

决策级融合目标识别是指每个传感器对目标的位置、属性、身份等做出初步识别后，再对这些多个识别结果进行融合判断决策，给出最终的目标识别结果。该级融合对通信带宽要求最低，但识别的结果相对来说最不准确。

特征级融合目标识别就是利用各个传感器获取的目标信息，利用特征提取方法提取目标特征数据，运用特征融合算法融合特征数据使原始目标特征信息

变为融合特征数据，再利用目标识别分类算法，进行目标识别分类。通过特征级融合，目标有效信息得到足够保留，且有效信息损失比决策级低很多，但是目标识别能力比具有庞大数据量处理的数据级融合目标识别稍低，但比决策级融合目标识别精确很多，提高了目标识别的实时性、准确性。

2.2 特征级融合目标识别系统基本结构

特征级融合的目标识别是指从多传感器获取的目标原始信息中提取目标特征信息，应用融合算法将其进行融合成复合特征信息量，利用分类识别方法识别目标的过程，如图 2-2 所示。经过预处理（增强、滤波、消噪、分割等）的多传感器系统采集的目标原始信息，经特征提取系统获取目标信息的充分表示量或充分统计量的特征信息，典型的特征信息有边缘、形状、轮廓、角、纹理、相似亮度区域、相似景深区域等，在进行融合目标识别处理时特征信息与多传感器图像融合的应用目的和场合相关，通过特征融合目标识别算法对目标特征信息进行分类识别。通过特征级融合目标识别可以在原始图像中挖掘相关特征信息、增强特征信息的有效性、排除干扰识别的虚假特征、建立融合特征等，从而提高识别率和识别效率。特征级融合的目标识别对传感器配准要求不是十分严格，因此传感器可以分布在不同的平台上。特征级融合的目标识别优点在于可观的信息压缩，可实现实时处理。

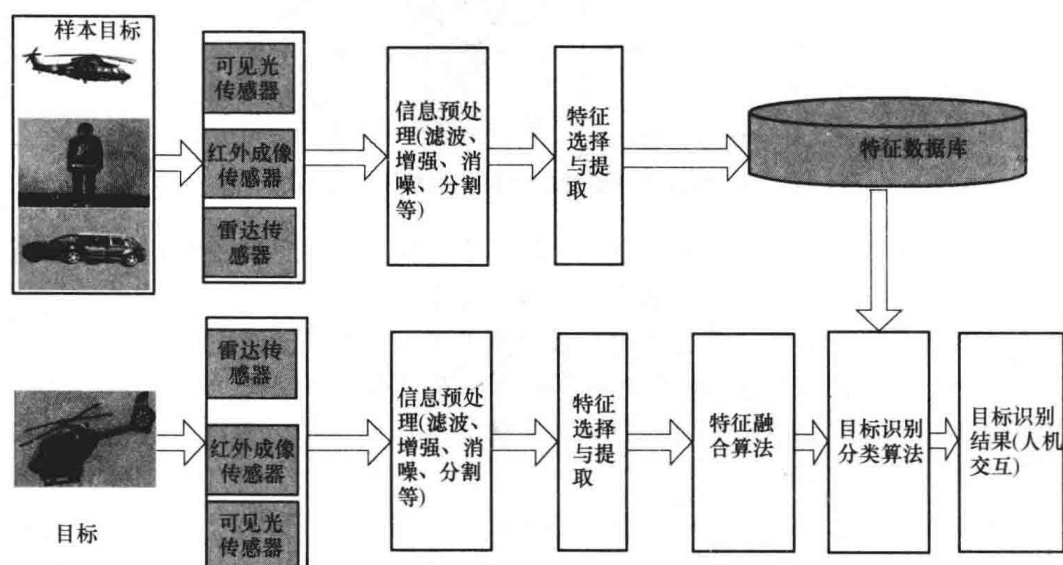


图 2-2 特征级融合的目标识别系统结构图

特征级融合的目标识别原理如图 2-3 所示。

目标特征获取：从物理传感器原始数据中利用特征提取算法提取和选择有

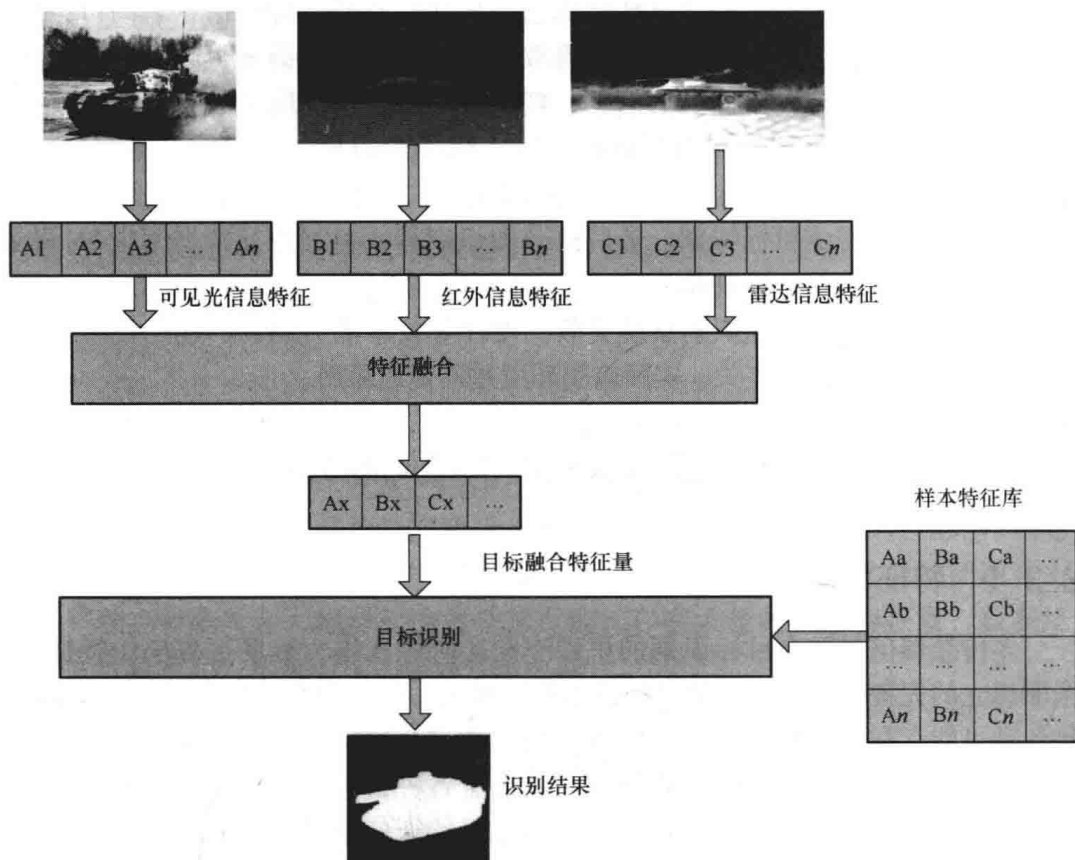


图 2-3 特征级融合的目标识别原理图

效的包含目标信息的目标特征数据 ($A_1, A_2, A_3, \dots; B_1, B_2, B_3, \dots; C_1, C_2, C_3, \dots; \dots$)。

特征融合：对以上目标特征数据通过融合算法，降低特征空间维数，保证维数压缩后特征数据的熵、能量和相关性不改变，消除提取的特征空间中特征表示向量之间的冗余信息，获得融合特征量 ($A_x, B_x, C_x, \dots; \dots$)。

分类识别：通过目标识别算法结合目标样本特征数据库中存放的各种潜在目标特征融合数据 ($A_1, A_2, A_3, \dots; B_1, B_2, B_3, \dots; C_1, C_2, C_3, \dots; \dots$) 进行分类识别待识别目标。

传感器获取的目标原始信息一般目标信息都较弱且包含噪声，必须对其进行预处理（如消除噪声、增强目标、图像分割）。然后从经过预处理的原始目标信息中通过特征提取和选择，获取目标的融合识别特征信息。在目标识别之前，应建立特征数据库（包含了可能的目标特征信息），采用适当的分类识别算法比较传感器提取的目标特征与特征数据库中的特征信息，识别出目标类别。多传感器系统由于存在异类传感器，从传感器提取的特征信息内容与形式或许存在