



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

信息化与工业化 两化融合
研究与应用

交通系统的信息融合研究

严新平 著



科学出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

信息化与工业化两化融合研究与应用

交通系统的信息融合研究

严新平 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书以经典信息融合理论方法和多传感器信息融合系统为基础,论述了信息融合在交通系统中的应用。全书内容分为信息融合的发展、基本方法和在交通系统中视觉增强、行人识别、车路协同、驾驶疲劳识别和水上交通风险识别等方面的应用。特点是兼顾理论的指导性、方法的科学性和应用的可行性,不仅阐述信息融合理论的基础方法,同时结合研究案例,对信息融合在交通系统的应用进行了较为深入的探讨。

本书适合从事交通运输领域的教学科研人员、工程技术人员、研究生和本科生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

交通系统的信息融合研究/严新平著. —北京:科学出版社,2016
(信息化与工业化两化融合研究与应用)

ISBN 978-7-03-047711-8

I. 交… II. 严… III. 交通信息系统-信息融合-研究 IV. U495

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 049375 号

责任编辑:魏英杰 / 责任校对:桂伟利

责任印制:徐晓晨 / 封面设计:陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京教图印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 3 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2016 年 3 月第一次印刷 印张:18

字数:360 000

定价:120.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

“信息化与工业化两化融合研究与应用”丛书编委会

顾问委员会 戴汝为 孙优贤 李衍达 吴启迪 郑南宁 王天然
 吴宏鑫 席裕庚 郭 雷 周 康 王常力 王飞跃

编委会主任 吴 澄 孙优贤

编委会副主任 柴天佑 吴宏鑫 席裕庚 王飞跃 王成红

编委会秘书 张纪峰 卢建刚 姚庆爽

编委会委员 (按姓氏笔画排序)

于海斌 (中国科学院沈阳自动化研究所)	张纪峰 (中科院数学与系统科学研究院)
王 龙 (北京大学)	陈 杰 (北京理工大学)
王化祥 (天津大学)	陈 虹 (吉林大学)
王红卫 (华中科技大学)	范 铠 (上海工业自动化仪表研究院)
王耀南 (湖南大学)	周东华 (清华大学)
卢建刚 (浙江大学)	荣 冈 (浙江大学)
朱群雄 (北京化工大学)	段广仁 (哈尔滨工业大学)
乔 非 (同济大学)	俞 立 (浙江工业大学)
刘 飞 (江南大学)	胥布工 (华南理工大学)
刘德荣 (中国科学院自动化研究所)	桂卫华 (中南大学)
关新平 (上海交通大学)	贾 磊 (山东大学)
许晓鸣 (上海理工大学)	贾英民 (北京航空航天大学)
孙长银 (北京科技大学)	钱 锋 (华东理工大学)
孙彦广 (冶金自动化研究设计院)	徐 昕 (国防科学技术大学)
李少远 (上海交通大学)	唐 涛 (北京交通大学)
吴 敏 (中南大学)	曹建福 (西安交通大学)
邹 云 (南京理工大学)	彭 瑜 (上海工业自动化仪表研究院)
张化光 (东北大学)	薛安克 (杭州电子科技大学)

“信息化与工业化两化融合研究与应用”丛书序

传统的工业化道路,在发展生产力的同时付出了过量消耗资源的代价:产业革命 200 多年以来,占全球人口不到 15% 的英国、德国、美国等 40 多个国家相继完成了工业化,在此进程中消耗了全球已探明能源的 70% 和其他矿产资源的 60%。

发达国家是在完成工业化以后实行信息化的,而我国则是在工业化过程中就出现了信息化问题。回顾我国工业化和信息化的发展历程,从中国共产党的十五大提出“改造和提高传统产业,发展新兴产业和高技术产业,推进国民经济信息化”,到党的十六大提出“以信息化带动工业化,以工业化促进信息化”,再到党的十七大明确提出“坚持走中国特色新型工业化道路,大力推进信息化与工业化融合”,充分体现了我国对信息化与工业化关系的认识在不断深化。

工业信息化是“两化融合”的主要内容,它主要包括生产设备、过程、装置、企业的信息化,产品的信息化和产品设计、制造、管理、销售等过程的信息化。其目的是建立起资源节约型产业技术和生产体系,大幅度降低资源消耗;在保持经济高速增长和社会发展过程中,有效地解决发展与生态环境之间的矛盾,积极发展循环经济。这对我国科学技术的发展提出了十分迫切的战略需求,特别是对控制科学与工程学科提出了十分急需的殷切期望。

“两化融合”将是今后一个历史时期里,实现经济发展方式转变和产业结构优化升级的必由之路,也是中国特色新型工业化道路的一个基本特征。为此,中国自动化学会与科学出版社共同策划出版“信息化与工业化两化融合研究与应用”丛书,旨在展示两化融合领域的最新研究成果,促进多学科多领域的交叉融合,推动国际间的学术交流与合作,提升控制科学与工程学科的学术水平。丛书内容既可以是新的研究方向,也可以是至今仍然活跃的传统方向;既注意横向的共性技术的应用研究,又注意纵向的行业技术的应用研究;既重视“两化融合”的软件技术,也关注相关的硬件技术;特别强调那些有助于将科学技术转化

为生产力以及对国民经济建设有重大作用和应用前景的著作。

我们相信,有广大专家、学者的积极参与和大力支持,以及丛书编委会的共同努力,本丛书将为繁荣我国“两化融合”的科学技术事业、增强自主创新能力、建设创新型国家做出应有的贡献。

最后,衷心感谢所有关心本丛书并为其出版提供帮助的专家,感谢科学出版社及有关学术机构的大力支持和资助,感谢广大读者对本丛书的厚爱。

A stylized handwritten signature in black ink, likely belonging to Wang Yizhong, the Chinese Academy of Engineering member mentioned in the text below.

中国工程院院士

2010年11月

序

交通运输是国民经济重要的基础性、先导性、服务性行业,是社会生产、生活组织体系中不可缺少及不可替代的重要环节。《国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006-2020)》中明确提出,发展交通系统信息化和智能化技术,提高运网能力和运输效率,实现交通信息共享和各种交通方式的有效衔接,提升交通运营管理的技术水平,促进交通运输向安全、节能和环保的方向发展。

通过信息化、智能化技术推动建立安全、便捷、高效、绿色的现代交通运输体系既是当前国内外交通运输领域的科技前沿,又是国内外新型交通运输体系建设的重要内容。

信息融合技术已经成为现代交通发展不可或缺的关键技术。世界上信息融合技术已有 40 余年的发展历程,先后应用于各个领域,获得了广泛的社会效益。自 20 世纪 90 年代信息融合技术逐渐引起了我国相关单位和科研人员的高度重视。相比欧美等发达国家,虽然我国将信息融合理论及技术应用于交通领域的研究起步较晚,但近年来在该领域取得了一系列令人瞩目的成就。

严新平教授及其团队在国家重点基础研究发展计划(973 计划)、国家高技术研究发展计划(863 计划)、国家自然科学基金等项目的支持下,围绕交通运输系统,开展了大量信息融合理论和方法的研究,探索了交通运输系统的信息融合若干关键技术,并在工程实践中得到了成功应用。其中,严新平教授主持完成的以信息融合为技术手段,面向营运船舶远程故障诊断的“船舶动力装置磨损状态在线监测与远程故障诊断技术及应用”项目荣获 2012 年国家技术发明二等奖。因此,严新平教授及其团队在交通信息领域多年的学术辛勤耕耘为本书的内容奠定了坚实根基。

本书兼顾理论的指导性、方法的科学性和应用的可行性,不仅阐述了信息融合的理论基础方法,同时以项目研究成果为基础就信息融合技术在交通视觉增强、行人识别、车路协同系统、车辆主动安全,以及水上交通风险评估等的研究与应用进行了系统深入的论述。

我相信本书的出版对推动我国信息融合在交通领域的研究和应用,丰富我国智能交通发展的理论研究和案例实践,具有重要意义。我对严新平教授及其团队在求知过程中所表现出的探索精神和创新能力感到由衷的欣慰,并乐于为其作序。



北京航空航天大学教授
中国工程院院士

前 言

交通是现代社会生存的基础和文明的标志,伴随着人类生活和生产的需要发展而来。《周易》云:“伏羲氏剡木为舟,剡木为楫。”早在七千年前的中国,先民们沿江而居,便开始使用舟楫浮渡江河,探索未知,传播文明。“南船北马”也说明中国古代交通方式南方以船为主,北方以马为主。而驯马则是陆上交通的雏形,此后出现的马牛拉车促进了道路的人工修筑,直至西汉时期出现的“丝绸之路”。从民间谚语“要致富,先修路”,到我国目前实施的“一带一路”、“京津冀协同发展”和“长江经济带”等国家战略的相继发布,都揭示了交通从古至今一直具有的重要地位和价值。

交通的发达程度是衡量一个国家经济和文明建设进程的重要航向标,也是事关百姓民生的重要问题。自改革开放以来,受益于中国经济的快速增长,我国交通发展迅猛。截至2014年年底,我国机动车保有量突破2.64亿辆,高速公路和轨道交通总里程已超越美国,我国交通实现了跨越式发展。当前,交通已成为国民经济发展的命脉,是国家发展的重要载体,关乎每个人的健康、安全和高效出行。

信息融合作为一门跨学科的综合信息处理理论,涉及系统论、信息论、控制论、人工智能、计算机和通信等众多领域和学科。近年来,信息融合理论及技术无论在军事还是民事领域的应用都极为广泛,例如复杂工业过程控制、机器人、自动目标识别、交通管制、惯性导航、海洋监视和管理、农业、遥感、医疗诊断、图像处理、模式识别等。交通系统是由基础设施、运载工具、运行环境和人(或货物)构成的复杂系统,这一系统的特征、状态、变化态势都需要信息技术的支撑。随着智能交通系统的发展,信息融合技术逐步应用于交通系统的各个环节,已成为智能交通领域的核心理论及技术。交通的发展离不开信息,面对海量信息,如何充分利用有效信息服务于交通管理是当前研究的热点问题。实践证明,信息融合技术可以解决交通系统各要素的探测、跟踪和目标识别等问题,能够调节系统的运行状态,提高交通系统的可靠性和鲁棒性;增强数据的可信度及精度,扩展交通系统的时间、空间覆盖率;增加交通系统的实时性和信息利用率等。

多年来,我们在承担国家973课题“城市生命体承载系统的健康识别和调控理论与方法研究”与“社会公共事件的交通组织与紧急疏散救援研究”、国家支撑计划“驾驶人培训考试改进技术与装备研发及应用研究”、国家自然科学基金面上项目“船舶主机能效与通航环境动态响应关系研究”,以及国家863计划“船-标-岸协同下的水上交通状态感知与交互”等科研项目的工作中,深感信息融合理论在解决交通系统有关问题中的重要作用。从1998年起,我们开设并讲授《信息融合理论与方法》研究生课程。从2001年起,我们联合海峡两岸的学者发起了“海峡两岸智能交通运输系统学术研讨会”,已经成功在举办14届;2011年又联合美国和加拿大学者组织发起了“交通信息与安全(International Conference on Transportation Information and Safety, ICTIS)”国际会议,已成为每两年一次海内外学者研讨交通领域信息和安全问题的国际会议。为此,在总结多年的研究成果、教学实践的基

基础上,形成了本书的内容构架。

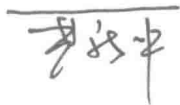
本书从信息融合的内涵特点、理论方法,以及在交通领域中的关键技术和应用等方面进行了深入研究和论述。全书共8章。第1章主要介绍信息融合的起源、基本概念、发展现状及未来发展趋势。第2章主要介绍信息融合的理论基础,包括聚类分析、主成分分析、支持向量机、不确定性理论和证据理论等信息融合方法。第3章主要介绍多传感器信息融合系统设计,阐述多传感器信息融合原理和特点、传感器的基本特征及多传感器信息融合系统的功能和结构模型。第4章主要论述信息融合在交通视觉增强中的应用,包括交通视觉增强方法概述和基于多传感器信息融合的交通视觉增强方法。第5章主要论述信息融合在行人识别系统的应用,包括激光雷达与摄像机融合预处理、基于激光雷达的信任识别方法,以及基于摄像机的行人识别方法。第6章主要论述信息融合在车路协同系统的应用,包括车路多源信息融合感知技术框架、车路协同系统的信息融合方法、车速自适应控制技术,以及车辆状态与轨迹跟踪仿真实例。第7章主要论述疲劳驾驶识别的信息融合。第8章主要论述了信息融合在水上交通系统风险识别的应用,包括水上交通系统概述、不确定性条件下的通航风险识别方法、面向避碰规则的船舶智能避碰算法,以及水上交通安全预警方法。

本书是在团队完成的有关科研项目基础上提炼而成,汇聚了该领域众多科研成果和教学实践。特别是我和我指导的博士研究生陈先桥、马晓凤、毛喆、张笛和贺宜,以及博士后合作人员刘钢和马志博士共同研究的总结。

全书由我制订写作提纲、定稿和统稿,马晓凤副教授和贺宜博士协助做了组织工作。本书分为8章:第1章(严新平),第2章(马晓凤),第3章(严新平、贺宜),第4章(陈先桥、严新平),第5章(刘钢),第6章(马杰),第7章(毛喆),第8章(张笛、严新平)。

在本书的编写过程中,参考了国内外从事信息融合研究工作者的相关资料。同时,本书的一些观点也来源于国家水运安全工程技术研究中心、武汉理工大学智能交通系统研究中心等单位师生们的研究成果。本书得到了中国工程院院士、北京航空航天大学党委书记张军教授的鼓励和肯定,张教授还为本书作了序。本书的出版得益与科学出版社首席策划魏英杰的大力帮助。本书获得了“信息化与工业化两化融合国家出版基金资助”。在此,一并表示由衷的感谢!

信息融合技术正处于不断地发展完善之中,交通系统也有智能车(船)、大数据等新领域、新方法的不断发展,理论和应用都在不断创新。由于学识水平有限,本书有很多不完善的地方,恳请读者批评指正。



2015年6月30日于武汉

目 录

“信息化与工业化两化融合研究与应用”丛书序

序

前言

第一章 绪论	1
1.1 引言	1
1.2 信息融合起源与内涵	1
1.3 信息融合基本概念	3
1.3.1 信息融合原理	3
1.3.2 信息融合处理过程	3
1.3.3 信息融合层次	4
1.4 信息融合技术发展	6
1.4.1 国外发展	6
1.4.2 国内发展	8
1.5 交通系统的信息融合问题	9
1.5.1 智能交通系统	9
1.5.2 智能交通系统的信息融合模型	9
1.5.3 交通系统的信息融合研究方向	10
参考文献	14
第二章 信息融合的理论基础	16
2.1 引言	16
2.2 贝叶斯网络	16
2.2.1 概率论及概率推理	16
2.2.2 贝叶斯网络	18
2.2.3 贝叶斯网络推理	19
2.2.4 贝叶斯网络学习	21
2.3 人工神经网络	24
2.3.1 人工神经元与感知器	24
2.3.2 神经网络的互连结构	27
2.3.3 神经网络的学习	32
2.4 聚类分析	33

2.4.1 相似性度量	34
2.4.2 类和类的特征	35
2.4.3 常用的聚类分析方法	37
2.5 主成分分析	39
2.5.1 主成分分析的基本理论	40
2.5.2 总体主成分及其性质	40
2.5.3 样本主成分的导出	46
2.5.4 主成分分析步骤及框图	49
2.6 证据理论	50
2.6.1 D-S 证据理论概述	51
2.6.2 基于 D-S 证据理论的信息融合	53
2.7 支持向量机	56
2.7.1 统计学习理论的一般概念	56
2.7.2 学习机的 VC 维与风险界	57
2.7.3 线性支持向量机	59
2.7.4 非线性支持向量机	63
参考文献	65
第三章 多传感器信息融合系统	67
3.1 引言	67
3.2 传感器的定义和基本特性	67
3.2.1 传感器的定义和数学模型	67
3.2.2 传感器的基本特征	69
3.2.3 交通领域常用传感器	69
3.3 多传感器信息融合原理和特点	78
3.3.1 多传感器信息融合定义	78
3.3.2 多传感器信息融合原理	78
3.3.3 多传感器信息融合特点	80
3.4 多传感器信息融合系统的模型	81
3.4.1 功能模型	81
3.4.2 结构模型	83
3.5 信息融合系统的设计方法与原则	89
3.5.1 分析问题和确定任务	89
3.5.2 硬件系统设计原则	89
3.5.3 软件系统设计原则	90
3.5.4 传感器类型确定原则	92

参考文献	94
第四章 交通视觉增强的信息融合	96
4.1 引言	96
4.2 基于视频图像处理的交通视觉增强方法	96
4.2.1 基于图像空域变换的视觉增强方法	96
4.2.2 基于图像频域滤波的视觉增强方法	102
4.2.3 基于图像复原处理的视觉增强方法	103
4.3 基于多传感器信息融合的交通视觉增强方法	109
4.3.1 多传感器信息融合实现交通视觉增强理论模型	109
4.3.2 基于多传感器融合的交通视觉增强方法	110
参考文献	117
第五章 行人识别系统的信息融合	119
5.1 引言	119
5.2 激光雷达与摄像机融合预处理	120
5.2.1 激光雷达几何模型	120
5.2.2 摄像机成像模型	122
5.2.3 激光雷达与摄像机标定	124
5.3 基于激光雷达的行人识别方法	127
5.3.1 激光雷达点云数据及其处理	127
5.3.2 传统 DBSCAN 聚类算法	128
5.3.3 改进的 DBSCAN 算法	131
5.3.4 算法的验证	132
5.4 基于摄像机的行人识别方法	136
5.4.1 行人检测模型	137
5.4.2 车载行人检测算法	145
5.5 基于神经网络的行人识别方法	153
5.5.1 决策层信息融合	153
5.5.2 神经网络	154
5.5.3 基于神经网络的信息融合方法	155
参考文献	157
第六章 车路协同系统的信息融合	160
6.1 引言	160
6.2 车路信息协同感知技术框架	160
6.2.1 车路通信技术	160
6.2.2 车载信息系统	162

6.2.3 路侧感知技术	163
6.2.4 车路协同下的信息融合	164
6.2.5 车路信息融合技术难点	166
6.3 基于车路协同的车速自适应控制	167
6.3.1 路面状态感知	167
6.3.2 车速自适应控制	170
6.4 基于车路协同的车辆状态与轨迹跟踪	178
6.4.1 感知建模	178
6.4.2 基于多模型的融合估计算法	181
6.4.3 仿真验证	184
参考文献	191
第七章 驾驶疲劳识别系统的信息融合	193
7.1 引言	193
7.2 驾驶疲劳试验设计	194
7.2.1 道路场景设计	194
7.2.2 试验设计	194
7.2.3 试验数据采集	195
7.2.4 试验数据预处理	195
7.3 纵向操作特征与驾驶疲劳	197
7.3.1 车速分析	198
7.3.2 加速度分析	199
7.4 横向操作特征与驾驶疲劳	204
7.4.1 横向操作数据说明	204
7.4.2 转向角幅值分析	204
7.4.3 转向角速度分析	208
7.5 基于信息融合的驾驶疲劳行为识别	210
7.5.1 基于主成分分析的驾驶疲劳特征提取	211
7.5.2 基于聚类分析的驾驶疲劳行为	213
7.5.3 基于 PCA 主成分的驾驶疲劳分析	217
7.5.4 基于神经网络算法的驾驶疲劳	218
7.5.5 驾驶疲劳识别效果分析	224
参考文献	225
第八章 水上交通系统风险识别的信息融合	228
8.1 引言	228
8.2 水上交通系统风险概述	228

8.2.1 水上交通系统构成	228
8.2.2 水上交通事故类型与分级	230
8.3 不确定条件下的通航风险识别方法	233
8.3.1 通航系统风险因素的层次模型	233
8.3.2 基于模糊层次分析法的通航风险识别	235
8.3.3 枯水期长江通航风险识别案例研究	239
8.4 面向避碰规则的船舶智能避碰算法	246
8.4.1 国际海上避碰规则	246
8.4.2 两船会遇避碰	246
8.4.3 多船会遇避碰	252
8.4.4 船舶智能避碰算法实例	259
参考文献	268

第一章 绪 论

1.1 引 言

随着信息技术的发展,信息表现形式越来越多元化和复杂化,信息容量和信息处理速度等要求已大大超越了人脑的信息处理能力。种类繁杂的信息意味着增加了待处理的信息量,随之带来的问题是信息与信息之间的冲突和不协调。为此,信息融合技术应运而生。融合是指采集并集成各种信息源、多媒体和多格式信息从而生成完整、准确、及时和高效的综合信息过程。信息融合(information fusion)是针对一个系统中多种信息源或信号源这一特定问题而展开的一种新的信息处理技术,是用来解决多源数据与信息的相关、组合等的处理技术,旨在比仅利用单信息源或非协同利用部分多源信息获得更精确和更稳健的性能,以实现对研究实体的精确定位及其特性估计。作为一门跨学科的综合信息处理理论,信息融合涉及系统论、信息论、控制论、人工智能、计算机和通信等众多领域和学科。

交通运输学科作为一门古老的学科,是人类社会生产和生活中一个不可缺少的重要环节,是国民经济的重要组成部分,更是整个社会机制中的重要纽带^[1]。随着社会的发展,人们对于交通运输的需求日益增长,迫切需要新技术来解决当前不断涌现的交通问题和开发具有安全、高效和绿色的交通系统。同时,交通运输也是一门发展中的交叉学科,与运输工程学、道路工程学、汽车工程学、电子工程学、系统工程学、人机工程学、心理学和经济学等学科密切相关,其内容包含自然科学和社会科学的成分,且在不断地丰富中^[2-5]。交通的发展离不开信息,面对海量信息,如何充分利用有效信息服务于交通管理是当前研究的热点问题。由于信息融合技术具有对不同类型信息进行融合的能力,使得这些学科与交通运输学科的交叉成为可能。当前,信息融合理论和方法已经成为交通领域最重要的发展方向之一。

1.2 信息融合起源与内涵

信息融合起初被称为数据融合(data fusion),起源于美国国防部在 1973 年开发的声呐信号处理系统,用于探测跟踪潜艇信号,在此基础上首次提出数据融合这一概念。早期的数据融合,信息源主要为同类多传感器,如多声呐、多雷达,以及多无源探测目标定位等,随着声呐处理系统的成功研发,数据融合技术在军事领域受

到了极大的重视。随着系统装备传感器数量和种类的增多,信息表现形式越来越多样化,信息融合和信息处理速度等要求已大大超出了人脑的信息处理能力,导致各传感器数据组之间的数据产生矛盾和不协调,这就需要逐渐提高信息源处理能力。为此,不同类型传感器信息的融合也随之诞生,如有源雷达与声呐的融合、有源雷达与无源数据的融合等。同时,数据融合应用层次也随之提高,其他侦查手段的信息也参与了融合,从而使数据融合迈向信息融合层面。信息融合层次也逐步从目标定位、识别和跟踪提升至战场态势和危险评估,其应用层次也从战场感知提高至指挥决策和火力控制。20世纪80年代,在这种背景下,多传感器数据融合(multi-sensor data fusion, MSDF)技术应运而生。随着信息技术的发展,20世纪90年代提出了更具广义化概念的“信息融合”一词。

信息融合是一个多学科交叉的研究领域,很多术语通常可以相互使用,如信息融合、信息集成和数据融合等,但“信息融合”一词更具有普遍性。随着时代的发展和科学技术的进步,军事、工业领域中不断增长的复杂程度使得军事指挥人员或工业控制环境面临数据繁多、信息超载的问题,需要新的技术途径对过多的信息进行消化、解释和评估。人们开始越来越认识到信息融合的重要性。国内外学者对于信息融合有不同的定义和解释^[6-7],如Waltz^[8]认为信息融合是对来自多个信息源的数据进行处理,获取监测对象准确的状态估计,以及实时和完备的态势估量。美国三军实验室JDL^[9]指出信息融合是对单一种类和复合信息源进行处理,获取更为精确的位置、状态和身份信息、完备和实时态势估计的过程。T. Rong Li^[10]给出定义,信息融合是为了达成某个特定目标而对多个信息进行综合处理。虽然尚无统一、被普遍接受的概念^[11],但是其典型的定义可以理解为信息融合是一种多层次、多方面的数据处理过程,对来自多个信息源的数据进行自动检测、关联、相关、估计及组合等处理;是研究采用各种有效措施把不同时间点和来源的信息自动或者半自动地转换成一种可为人类或自动的决策提供有效支持的表现形式^[12]。

信息融合的核心任务包括多源信息组合,优势互补,提高信息的完整性;排除冗余和噪声、降低不确定性,提高信息的精确性和可靠性;去伪存真,化解矛盾,提高信息的一致性和可靠度。

信息融合的功能可概括为扩展系统的空间覆盖范围;扩展系统的时间覆盖范围;扩大时空搜索范围;增加系统的信息利用率;提高合成信息的可信度和精度;改进对目标的检测和识别效果;增强系统的容错和自适应能力。

信息融合的最终目的是通过数据组合推导出更多的信息,得到最佳协同效果,即利用多个传感器共同或联合操作的优势,来提高整个传感器系统的有效性,消除单个或少数传感器的局限性。

1.3 信息融合基本概念

1.3.1 信息融合原理

在现实生活中,信息融合功能在人类和其他动物对客观世界的认知过程中得到了充分体现。人或者动物的视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉等多种感官相当于不同类型的传感器,对自然界中的客观事物进行多方位的感知,获得关于认知对象的大量信息,这些信息之间是异类,相互之间存在互补和冗余。然后,由大脑对这些感知信息依照某些规则进行组合和处理,通过先验知识估计和理解周围环境,从而获得对客观对象统一与和谐的理解和认识。这种由感知到认知的过程,就是生物体的多源信息融合的过程。信息融合其实是对人类综合处理复杂问题的一个有效的模拟,是人类对客观事物的认知过程,这个过程是复杂的,也是自适应的。

由于人或者动物的感官具有不同的度量特征,可理解不同空间范围内的各种物理现象,这一过程是复杂的。与人脑综合处理信息类似,信息融合基本原理是充分利用各种资源,通过合理利用和支配传感器观测到的信息,根据某种准则来组合这些在空间或时间上的冗余或互补信息,以获得对被观测对象的一致性或者描述。

1.3.2 信息融合处理过程

信息融合的五级融合模型通过动态监视融合处理过程、优化资源和传感器管理、实时反馈融合结果信息,以使融合处理过程具有自适应性,从而达到最佳融合效果。处理过程分为以下五个方面,如图 1.1 所示。

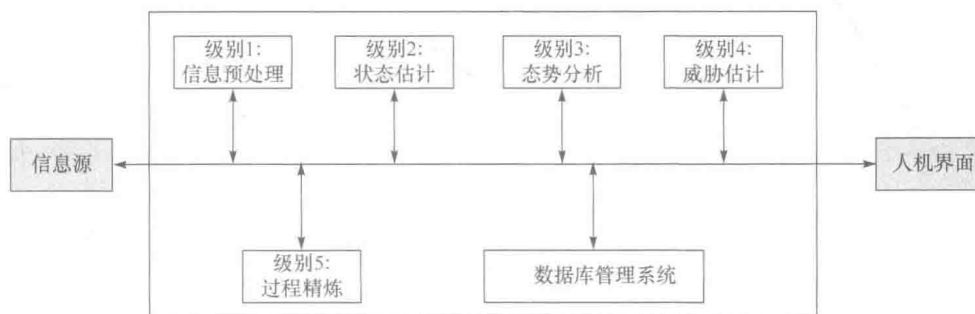


图 1.1 信息融合处理过程图

- ① 信息预处理。预处理过程,根据当前的形式确定数据处理的重点。
- ② 状态估计。将目标的位置、参数及特征信息综合提取目标的表征。