

# 多源信息融合技术及应用发展现状

元晶

(兰州文理学院, 甘肃兰州 730000)

**摘要:** 多源信息融合技术是20世纪发展的高新技术, 关于多源信息融合, 目前还没有形成一个统一的概念, 其基本概念和融合模型仍以美国国防部数据融合联合指挥实验室 (Joint Directors of Laboratories) 提出的内容为标准。信息融合的算法还没有形成固定的模式, 大多数领域专家提出的算法具有局限性。信息融合的应用主要表现在军事方面, 近年逐步延伸到民用领域。

**关键词:** 信息融合; 数据融合; 功能模型; 技术和算法

中图分类号: TP202 文献标识码: A 文章编号: 2095-7866 (2017) 05-042-006

工业经济论坛 URL: <http://www.iereview.com.cn> DOI: 10.11970/j.issn.2095-7866.2017.05.006

## The Development Status on Multi-source of Information Fusion and Application

Jing Yuan

(Lanzhou University of Arts and Science, Lanzhou Gansu, 730000 China)

**Abstract:** Multi-source information fusion technology is a new and high technology development in twentieth Century, a multi-source information fusion, it has not formed a unified concept, its basic concept and fusion model still takes the United States Department of defense data fusion joint command Laboratory (JDL) is proposed as the standard content. The algorithms of information fusion have not formed a fixed pattern, and the algorithms proposed by most experts have limitations. The application of information fusion is mainly manifested in the military field, which has gradually extended to civilian areas in recent years.

**Key words:** Information Fusion; Data Fusion; Function Model; Technique and Algorithm

## 引言

在自然界，人和其他动物都具有多源信息融合的能力，当人和其他动物处于某一自然环境中或对感兴趣目标进行观察时，都可以将视觉、嗅觉、味觉、听觉等多种感官感知到的目标特征，利用人体神经网络输送到大脑，随后由大脑对这些特征按照某种未知的规则做出综合加工和处理，从而得到对环境对象的统一理解和认识，并作出相应行为与决策，这种由感知到认知的过程就是生物体的多源信息融合过程。人们通过对生物这种处理信息过程研究，设法通过机器来模拟生物体这种感知到认知的过程，从而出现了多源信息融合这门边缘学科。

随着新技术的层出不穷，特别是传感器技术、计算机技术和信息处理技术的快速发展，20世纪70年代率先在军事领域产生了“数据融合”的全新概念，即把多种传感器探测的数据（信息）给予“综合加工”，获得较单个传感器精确度高的有用信息，从而得出对跟踪目标的准确识别。多源信息融合是一门交叉学科，综合了控制、电子信息、计算机以及数学等多学科领域<sup>[1]</sup>。近年来，随着国家对各种多传感器平台和系统的需求急剧增加，信息融合进入了一高发展高峰期，各种关于信息融合的新理论、新方法和新技术层出不穷，国内外学者已经在信息融合领域出版了一批高水平的学术专著，同时，世界上许多国家已把信息融合技术作为21世纪重点发展的高科技，所以，信息融合的理论和技术研究意义深远。

## 一、多源信息融合的基本概念和方法

### （一）基本概念

目前，在信息融合领域，诸多学者常常提及与信息融合类似的称谓，如数据融合、信息融合、多传感器融合，这些概念之间既存在差别又密切相关。多数学者认为，数据融合主要针对各类以数据形式表达的信息融合；当需要的信息是传感器量测数据时，数据融合就称为传感器融合；信息融合包括数据融合和传感器融合，但信息融合范围更宽泛，其融合的信息除数据外，还可延伸到图像、音符、符号、知识和情报等，目前在领域界不再做明确区别。

关于多源信息融合（multi-source information fusion），目前还没有形成一个统一的概念，美国三军组织实验室理事联合会（JDL）认为：信息融合是一个数据或信息综合过程，用于估计和预测实体状态，著名学者Hall认为：信息融合是组合来自多个传感器的数据和相关信息，以获得比单个独立传感器更详细更精确的推理<sup>[2,3]</sup>；Wald认为：信息融合是一个用来表示如何组合或联合来自不同传感器数据的方法和工具的通用框架，其目的是获得更高质量的信息；我国著名学者韩崇昭、朱洪艳等认为：多源信息融合，实际上是对人脑综合处理复杂问题的一种功能模拟。综上所述，我们可以认为：多源信息融合就是把来自多个监测设备收集的信息，借助某种信息融合规则，对这些信

息加工处理, 获得对检测对象的一致性解释或刻画, 进而获取新的融合结果作为人们决策或行动的参考依据。

## (二) 融合方法

### 1. 多源信息融合的功能模型

最早研究多源信息融合的机构是美国国防部数据融合联合指挥实验室(JDL), 提出了著名的JDL模型, 经不断修正和实践拓展, 此模型已确定为美国国防信息融合系统的实际标准。最初的JDL模型包括一级处理即目标位置/身份估计、二级处理态势评估、三级处理即威胁估计、四级处理即过程优化、数据库管理等系统功能, 1999年Steinberg等在最初的JDL模型基础上提出了一种修正模型, 如图1示, 该模型将最初模型中的三级处理“威胁估计”改为“影响估计”, 成功将功能模型的应用从军事领域推广到民用领域。2002年, Erik.P.Blasch在基本JDL模型基础上提出了更符合工程实际, 操作性强的JDL-User模型。

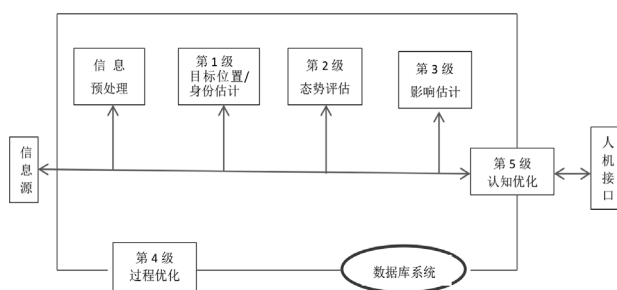


图1 Steinberg等的JDL修正模型

M.Bedworth等于1994年推出瀑布模型, 普遍使用在英国国防信息融合系统, 并得到英国政府科技远期规划数据融合工作组的认可。

但在经过长期的实际应用, 有学者发现该模型存在一定的缺陷, 从而提出了修正的瀑布模型。除上述比较经典的模型外, 领域界学者还提出了情报环模型、Boyd模型、混合模型, 情报环模型是宏观数据处理的数据融合模型; Boyd循环回路模型用于军事指挥处理, 现已大量用于信息融合; 混合模型综合了其他模型的优点, 其功能完整, 且能够被广泛应用于许多非军事领域。

### 2. 多源信息融合的系统结构

依据系统需求、外界环境及其信息流通和综合处理层次, 在位置融合级, 其系统结构模型有集中式、分布式和混合式结构。集中式结构将信源捕获的检测报告传给到融合中心, 在哪里进行数据对准、点迹相关、数据互联、航迹滤波、预测与综合跟踪。分布式结构的特性为: 每个信源的检测报告在送入融合之前, 首先由其自身的数据处理器产生局部多目标跟踪, 然后把这些加工过的信息送至融合中心, 该中心依据各节点的航迹数据完成航迹关联及其融合, 最终获得全局估计。这种结构也分三种: 有融合中心的分布式结构, 无融合中心、共享航迹的分布式结构, 无融合中心、共享关联量测的分布式结构。混合式同时传递探测报告和经过局部节点处理过的航迹信息, 它保留了上述两种系统优点, 但在通信和计算上要付出较多的代价。

### 3. 多源信息融合主要技术和算法

尽管多传感器信息融合技术的应用已拓

展到国民经济的各个领域，并且取得了令人瞩目的成功应用，但时至今日，多传感器信息融合技术仍然未或得成熟的理论框架、广义融合模型及融合规则与方法。它们中的许多探究基本都是针对特定应用领域的特定问题研究的。即多源信息融合理论的探究都依据内容的性质和特点，独立获得直观数据综合加工处理规则，在此基础上探究出最优融合算法，这一特点使得多数信息融合方法具有一定的局限性<sup>[4]</sup>。

按照领域界学者公认的理论及多源信息融合算法应用的数学依据，其算法可分为三大类：估计理论方法、不确定性推理方法、智能计算和模式识别理论方法<sup>[3]</sup>。

### (1) 估计理论方法

估计理论方法包括用于线性随机系统的卡尔曼 (Kalman) 滤波与平滑、信息滤波、应用于非线性随机系统的扩展卡尔曼 (EKF)，强跟踪滤波器 (STF) 等，随着人们对信息融合认知程度的逐步加深，越来越多的学者致力于近似精度可达二阶的无迹卡尔曼滤波器 (UKF) 和分开差分滤波器 (DDF)，以及基于随机抽样技术的非线性非高斯系统粒子滤波等，并且获得了很多有价值的研究。

卡尔曼 (Kalman) 滤波器是估计理论方法中十分成功的技术，卡尔曼滤波器主要利用反馈控制的方法估计系统状态：滤波器估计过程某一时刻的状态，然后以量测更新的方法获得反馈。

### (2) 不确定性推理方法

多源信息融合系统中，各种量测源提供的信息都具有不完整性、不精确性和模糊性，即检测信息中包含大量的不确定性，所以融合中

心只能依据这些不确定信息进行加工和推理，达到对目标身份识别及属性判决的目的，该方法是目标身份识别和属性信息融合的基础，主要包括主观贝叶斯方法，D-S证据推理方法、DSmT方法、模糊数学理论方法和可能性推理方法等等。

不确定性推理方法中，主观贝叶斯方法是早期使用的一种高效率的信息融合方法，它要求系统可能的决策相互独立，然后将这些决策看作一个样本空间划分，借助贝叶斯条件概率公式处理系统决策问题。D-S证据理论是一种能够有效解决不知道所引起的不确定问题的信息融合方法，它采用信任函数作为量度，通过对一些事件的概率加以约束建立信任函数而没有必要说明精确到难以获得的概率，在约束限制为严格的概率条件下，采用D-S证据理论的合成规则得出观测目标十分精确的概率值，以此作为决策的参考。DSmT方法是传统D-S证据理论的延伸而又区别于D-S证据理论，它能够组合用信任函数表达的任何类型的独立源，但是主要集中在组合不确定性、高冲突、不精确的证据源，特别当信源间冲突变大或元素是模糊的、相对不精确时，其能够超出D-S理论框架的局限 (D-S理论框架处理冲突证据失效) 解决复杂的静态或动态融合问题。

### (3) 智能计算与模式识别理论

模式识别是人类自然智能的一种基本形式，它依据某些观测获得把一类事物和其它类型的事物区分的过程。目前，应用于信息融合中的智能计算与模式识别理论包括粗糙集理论、随机集理论、灰色系统理论、支持向量机、信息熵理论、神经网络、遗传算法、贝叶斯网络等等。



该方法中,粗糙集理论是具有代表性的方法,它拥有一定的不精确或不完全数据的分类能力。其核心是“无需任何先验信息,有效利用现有的信息,在保证信息系统分类能力不变的前提下,借用知识简约,从众多数据中找出关于某个问题的基本知识或规则,汇总对应的最小规则,从而得出最佳的解决方法”。

多源信息融合方法种类十分繁多,人们不能轻易地判定哪种方法好或不好。因为每种方法都有它的优点或缺点,同时各种方法相互之间具有一定的互补性。因此,信息融合方法的确立必须结合多传感器信息融合的特定应用背景。人们可以将两种或两种以上方法优势组合应用在同一个信息融合系统中,确保得到最理想的信息融合结果或决策。

## 二、多源信息融合技术的应用

多源信息融合技术早期作为军事领域的一项秘密应用,目的是对各种运动的军事装备或武器(舰艇、飞机、导弹)侦查和预警、定位、跟踪及识别<sup>[5]</sup>。近年来,多源信息融合系统在民用方面也得到了长足发展,主要应用领域为图像融合,工业智能机器人和智能交通系统<sup>[5]</sup>。

### (一) 战略预警系统

战略预警系统是多源信息融合技术在军事方面的一个经典应用,该系统是以信息融合技术为基础的感知系统,该系统的主要目的是在远程、超远程距离上对弹道导弹、战略轰炸机等威胁飞行物体动态观察与监测,便于及早发

现并有效拦截威胁目标。其感知平台如远程预警雷达、预警卫星、预警机等在很大跨度的时间、空间、频谱上进行探测和协作。被探测目标具有高机动性、高速度、强隐身、强干扰对抗等特性,环境背景复杂时受气候、大气、电离层、等离子体、光照、时间、地形和视角等多种因素的影响。战略预警系统需要实时估计目标的运动状态,辨识目标的身份、类别、态势、威胁以及环境参数。

### (二) 多机器人自主定位与导航系统

多机器人自主定位与导航系统在信息维数和时间尺度等方面具有典型特性<sup>[6]</sup>。系统中多个机器人在自身位置不确定、完全未知的环境中,首先通过其自身的传感器提取和辨识环境路标的特征,得到相对观测信息,同时对自身位置和路标进行估计,在多机器人协同工作下,随着机器人的移动,融合机器人的特征子地图形成单一完整的公共环境地图,并同时得到各机器人本身的运动轨迹。感知手段包括超声波、激光、红外线以及CCD相机等传感器。

### (三) 智能交通系统

智能交通系统通过对关键基础理论模型的研究,有效地运用信息、通信、自动控制和系统集成等技术,实现了大范围内发挥作用的实时、准确、高效的交通运输管理。系统利用CCD、RFID、电磁感应等传感器进行组网协作实现车辆识别和运动状态估计,提供道路车辆的流量、路况、违章、突发事件和调度等处理。

### 三、结语

多源信息融合技术是一门集仿生技术、电子技术、通信技术和计算机技术的交叉学科，也是大多数国家优先发展的前沿学科，随着各种新技术的出现，特别是计算机技术和通信技术，促进了多源信息融合技术发展的新境界，各式各样依托多源信息融合技术的新设备不断涌现，如通过从不同角度对检测到的人像进行合成，出现了人脸识别系统，通过超声波、激光测距、红外摄像等合成技术，出现了智能机器人定位系统等等，因此，多源信息融合技术的研究不仅有重大的理论意义，而且还有深远的经济价值意义。

### 参考文献

- [1] 赵宗贵.信息融合技术现状、概念与结构模型[J].中国电子科学学报2006,14:305-312。
- [2] 韩崇昭.朱洪艳.段战胜.多源信息融合[M].北京：清华大学出版社. 2006:1-13,424.434
- [3] 潘泉等. 多源信息融合理论及应用[M].北京：清华大学出版社. 2013
- [4] 杨永旭.基于D-S证据和模糊集理论的多源信息融合算法研究[D].硕士论文，兰州：兰州理工大学2008年01期5.
- [5] 张毅.罗元.郑太雄等.移动机器人技术及其应用[M].北京：电子工业出版社. 2007:226-228.
- [6] 何友.王国宏.彭应宁等. 多传感器信息融合及应用[M].北京：电子工业出版社. 2006,49(3):549—558

### 作者简介：

元晶（1964-），甘肃通渭县人，大学本科，高级实验师，从事大学物理实验教学及研究工作。

上接第26页

- [41] 孙晓梅,等. 生态工业园运行效率评价指标体系的研究[J]. 中国人口.资源与环境,2010,(01):124-128.
- [42] 乔琦. 综合类生态工业园区建设绩效评估[J]. 环境工程技术学报,2011,(01):82-86.

### 作者简介：

关新宇（1993-），女，贵州师范大学经济与管理学院研究生;主要研究方向：工业经济。

E-mail: guanxinyu1995@163.com

陈英葵（1969-），男，贵州师范大学经济与管理学院教授，硕士生导师;主要研究方向：工业化与区域经济发展、企业战略。

E-mail: chen\_yingkui@126.com