

乘着信息的波涛

——参加第五届信息融合国际学术会议总结报告

何佳洲¹ 赵雁南²

(江苏自动化研究所 江苏省连云港 222006)¹ (清华大学计算机科学与技术系 北京 100080)²

Riding the Information Wave

HE Jia-Zhou¹ ZHAO Yan-Nan²

(Jiangsu Automation Research Institute, Lianyungang 222006)¹

(Department of Computer Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100080)²

1 会议概况

信息融合国际学术会议自 1998 年以来每年举行一次,至今已成功地举行了 4 届。本届会议,由国际信息协会(ISIF, International Society of Information Fusion)和国际电气和电子工程师协会(IEEE)共同主办,于 2002 年 7 月 7~11 日在美国的一个海滨城市马里兰州州府安纳波利斯举行,来自世界各地的约 300 多名学者参加了会议。

本次会议共录用论文 231 篇,分别被安排在 28 个不同专题的 48 场口头分会场(其中有 19 场为邀请分会)、一个特别学生会场和一个张贴分会场作报告和展示。

本次会议组织了 3 场主旨报告:第一场报告的题目是世界新秩序中信息融合面临的挑战(The Information Fusion Challenge in the New World Order),发言人是 Richard P. Wishner 博士,他是(美)国防部高级研究计划局(DARPA, the Defense Advanced Research Projects Agency)于 2001 年新成立的信息开发办公室(IXO, Information Exploitation Office)的主任;第二场报告的题目是涡轮融合(Turbo Fusion),发言人是 H. Vincent Poor 教授,来自普林斯顿大学;第三场报告的题目是视觉表面的建模和感知—视网膜和大脑皮层的信号处理(Visual Appearance Modeling and Perception with Retinal and Cortical Signal Processing),发言人是 Bijoy Ghosh 教授,来自华盛顿大学。

此外,会议还组织了 10 场专题收费讲座(Tutorial),内容涉及信息融合的一些基础知识和信息融合领域的一些新的方向。

本次大会的大会主席是美国新奥尔良大学的李晓荣教授(X. Rong, Li),技术程序委员会协同主席是 Benjamin Slocumb 和 T. Kirubarajan (Kiruba)。

2 大陆学者参加会议情况

中国大陆这次只有两人参加会议,江苏自动化研究所的何佳洲和清华大学计算机系的赵雁南老师。西北工业大学的潘磊教授已购好机票,后因其它事情未能成行。

这次会议大陆学者共录用论文 13.8 篇,如表 1 所示。和上届在加拿大蒙特利尔召开的第四届会议录用的 14.3 篇论文相比,基本持平。

从表 1 可以看出国内信息融合技术的研究比较分散,尚未能形成可以同国外相应研究机构相抗衡的研究中心或成绩突出的重点实验室。

表 1 Fusion2002 大陆学者录用论文情况

| 论文涉及领域 | 作者单位 | 论文篇数 |
|-----------|---------------------------|---|
| 故障诊断 | 西安交通大学和空军工程大学 | 1(基于预置泛化频域响应函数模型) |
| 数据互联 | 江苏自动化研究所和南京大学软件新技术国家重点实验室 | 2(1 篇关于航迹互联;1 篇关于初始互联) |
| 跟踪 | 西安交通大学 | 2(1 篇关于模糊多模型机动目标跟踪;1 篇关于分布式融合中的多模式图像跟踪) |
| 数据互联 | 西电大学 | 1(自适应航迹融合) |
| 识别 | 清华大学和北京大学 | 2(1 篇关于基于 Gabor 滤波器识别方法车牌识别;1 篇为基于最近邻分类和遗传算法中药识别) |
| 固定时滞平滑算法 | 西北工业大学 | 1(应用于马尔可夫切换系统) |
| 贝叶斯融合方法 | 东北大学 | 1(水电故障诊断与检测系统) |
| 容错间隙估计融合 | 四川大学 | 1(采用 DS 证据理论) |
| 最优线性无偏滤波器 | 美国新奥尔良大学和四川大学 | 1/4(基于极坐标量测的目标跟踪问题) |
| 最优线性估计融合 | 美国新奥尔良大学和四川大学 | 1/4(描述最优线性无偏估计 BLUE 和加权最小二乘估计 WLS 之间的关系) |
| 失序量测最优修正 | 美国新奥尔良大学和四川大学 | 1/3(分布式滤波) |
| 纹理特征集方法 | 中国科技大学和香港中文大学 | 1(基于内容的图像获取) |
| 贝叶斯网络 | 武汉大学 | 1(基于最大先验概率和最小描述长度) |

此外,西安交通大学的韩从昭教授、上海交通大学的敬忠良教授、北京航空航天大学毛士艺教授、四川大学的朱云敏教授被选为本次会议程序委员会国际委员。

3 信息融合研究动态

信息融合从本质上说只是一个抽象的概念,首次出现于 20 世纪 70 年代末期,至今已有 30 余年的历史,主要面对的是一些特定领域的工程技术问题,因此对于不同的领域融合的真正含义相差甚远。在融合涉及的方面中,卓有成效的研究

领域仍然是军事应用中的多传感器数据融合,核心问题是目标的跟踪和估计问题。当前,随着通讯、网络、计算机技术的发展,人们更多的是将目光转移到多传感器分布式(异构、同构

或混合)情形,从而更多关注的是这当中存在着的问题和难点。

表2 最近3届会议的主题分类及论文录用情况

| 序号 | Fusion2000 | 篇数 | Fusion2001 | 篇数 | Fusion2002 | 篇数 |
|----|----------------------------------|-----|------------|-----|-----------------------------------|-----|
| 1 | 贝叶斯理论 | 4 | 贝叶斯方法 | 4 | 贝叶斯理论 | 16 |
| 2 | 目标跟踪(航迹融合、多模型方法、被动传感器、数据互联、机动目标) | 30 | 目标跟踪 | 22 | 估计和跟踪(多模型、概率多假设、航迹融合、GMTI问题、数据互联) | 60 |
| 3 | 分布式系统建模 | 20 | 分布式系统 | 10 | 分布式系统 | 20 |
| 4 | 随机集与模糊信息 | 8 | 模糊信息处理 | 8 | 模糊逻辑 | 8 |
| 5 | 图像融合与利用 | 20 | 图像融合 | 12 | 图像融合与利用 | 19 |
| 6 | 目标检测与识别 | 15 | 分类 | 4 | 分类 | 12 |
| 7 | 安全与监视 | 8 | 形式化方法 | 4 | 安全与监视 | 4 |
| 8 | 传感器和信息融合 | 4 | 证据推理 | 4 | 传感器/数据融合 | 8 |
| 9 | 证据理论 | 4 | 远程/卫星探测融合 | 4 | 传感器注册 | 4 |
| 10 | 信息建模 | 4 | 神经网络 | 3 | 信息建模/学习 | 8 |
| 11 | 民用 | 11 | 新兴应用 | 4 | 融合应用 | 21 |
| 12 | 资源管理 | 8 | 数据融合评估和试验床 | 4 | 资源管理 | 4 |
| 13 | 态势评估 | 3 | 态势分析和估计 | 12 | 态势评估与态势估计 | 8 |
| 14 | 制导与导航 | 12 | 张贴论文 | 12 | 张贴论文 | 24 |
| 15 | 数据融合评估和试验床 | 3 | | | 学生论文 | 15 |
| 16 | 符号和数字信息:混合的方法 | 8 | | | | |
| 17 | 其它 | 12 | | | | |
| 合计 | | 174 | | 107 | | 231 |

从最近3届会议的论文录用情况可以看出,以下一些方向受到人们特别多的关注,属重点研究内容。

(1) 互联与跟踪

自Sittler的文[2]发表以来,作为监视系统中的一个基本的问题,是发表论文和专著最多的一个领域。国内外信息融合界的许多著名科学家和知名学者均是以该领域的研究成果为大家所熟知:包括Bar-Shalom(University of Connecticut)、Blackman(Raytheon System Company)、董志荣(江苏自动化研究所)、X. Rong, Li(李晓荣, University of New Orleans)、何友(海军航空工程大学)等。

本届会议,这方面的论文达到创纪录的60篇,预示该领域仍然富有蓬勃的朝气。热点议题有:多传感器分布式环境中的失序量测(Out of Sequence Measurement)处理、GMTI(Ground Moving Target Indicator)技术、运动-停留-运动(Move-Stop-Move)目标跟踪、基于频率信息的纯方位目标跟踪和定位等,是各国专家目前研究较多的问题。

此外,就算法而言,多假设跟踪(Multiple Hypothesis Tracking, MHT)技术、交互式多模型估计(Interactive Multi-model Estimation)算法仍然是人们研究的重点。作为该领域最重要的技术,前者可以为互联问题寻找到统一的框架和实现的手段,后者则可能是到目前为止能均衡处理机动和非机动目标跟踪的一种最好的方法。

从最近3届融合会议看,概率多假设跟踪(Probabilistic Multiple Hypothesis Tracking, PMHT)为克服多假设跟踪技术所固有的组合爆炸难题提供了一种处理手段,本次会议有两个特邀分会讨论该议题^[1]。文[3]指出了在PMHT中存在的几个难点:模型和观测中存在的非线性特性、滤波器的一致性检查、以及失序量测处理等。

交互式多模型估计器能较好地解决滤波的一致性问题的,特别是在处理机动目标跟踪时表现出较好的性能。李晓荣教

授的系列文章对该问题的阐述深入浅出^[3],本次会议有两个分会专门讨论这一议题。

(2) 图像融合

由于图像中包含最为丰富的信息,对图像信息的自动理解和提取一直是人们研究的目标,其中存在的问题完全不同于传统的数据融合。

各种机载传感器和卫星能为人们提供大量的图像数据,而从中挖掘出感兴趣特征(如:道路、河流、森林、高山等)的信息,对军事和农业等许多应用具有非常重要的意义,对植被的监测可以用于对病虫害和自然灾害进行预防。

当前该领域几个热点问题包括:机场对潜在的恐怖分子及其所藏匿的兵器进行检测和报警、图像目标的跟踪与融合、图像信息搜索和基于内容的挖掘、电子地图的绘制与分割等。

鉴于图像信息多样性的特点,有各种各样的方法被提出用于处理图像融合的问题。其中用于图像分类和识别的方法包括:小波变换(Wavelet Transform)、神经网络(Artificial Neural Networks)、学习矢量量化器(Learning Vector Quantization)、支持矢量机(Support Vector Machine)。

本次会议共有5场分会(3场特邀分会、2场一般分会)涉及图像融合。文[4]中给出了评估图像融合算法的两种性能指标:融合因子(Fusion Factor, FF)和融合均衡度(Fusion Symmetry, FS)。其中FF值愈大意味着融合图像中包含被融合图像的“好”的信息愈多;FS愈小则表示融合图像愈均衡。两种指标相结合表示融合算法的优劣。文[5]采用了一系列的方法处理来自多个信息源的海洋彩色图像信息的融和,包括用ANN确保多个信息源图像之间的无缝衔接、采用多分辨率小波变换保证低分辨率与高分辨率图像间的融合。

(3) 贝叶斯理论

20世纪80年代,Bar-Shalom^[6]将目标跟踪的方法区分为贝叶斯方法(Bayes Method)和极大似然法(Maximum

Likelihood, ML)。ML 作为传统意义的处理模式,具有实用和容易理解的特点,同时也符合人们的思维习惯,即每次取可能性最大的事件,目前具有广泛的应用;Bayes 理论严谨,且能对结果给出严格评估,可以为融合处理的各个层次提供一种满意的框架,如:PDA 和 JPDA 之于目标跟踪、IMM 之于滤波、贝叶斯网络之于态势评估等等。

本次会议共有 4 个分会场讨论贝叶斯理论及其方法。文[7]讨论了基于贝叶斯网络的可信态势评估,目的是确保对称或非对称战争中信息发布的一致性;文[8]讨论了更一般意义的基于贝叶斯网络的态势评估。

(4) 分布式系统建模与评估

建模与评估永远是一对孪生兄弟,一种适用于任何应用的万能模型是不存在的,同时即使是针对具体的应用,由于环境的千变万化,所谓的最优模型和算法也是不存在的。

文[9]针对海上警戒应用,对现存的 8 种融合结构进行比较和分析;此外最近 3 届会议有很多文献侧重于讨论融合系统中资源的分配、通讯带宽的最优分配以及传感器的管理等问题。此类局部的讨论对未来实际系统的构建非常重要,有助于增强融合系统的性能。文[10]给出一种分布式传感器协同融合的方法,提出了关联测量报告(Associated Measurement Report, AMR)的概念,协同节点共享 AMR,向仅只向非协同节点发送 AMR。文[11]介绍了美国空军实验室开始于 1998 年的一个分布式跟踪系统评估项目,针对目标跟踪建模评估所做出的一些最新成果。

国际上,数据融合界许多知名的科学家(如:Blair, Watson, Blackman, Kirubarajan, Henry)一直希望建立一种评估体系,从而实现基准测试。目前他们的研究主要集中在解决一些“点”问题上,如相控阵雷达问题、电子侦察机跟踪等。

4 今后的发展趋势

互联与跟踪:作为数据融合领域的一个基础问题一直是领域关注的焦点,超视距雷达、相控阵雷达、合成孔径雷达、红外警戒系统以及各种被动传感器为该问题增添了新的研究内容。笔者估计在未来一段时间,就工程应用而言,采用基于 IMM 的 S-D(S>2)分配互联和跟踪技术将会成为一种标准处理方法,同时随着一些关键技术的解决以及计算资源的增加,多假设跟踪技术也会在实际应用中占有重要的地位;在理论研究方面,Bayes 原理仍将占有主导地位,其严格的理论体系可望一统五花八门的跟踪技术和方法。

图像融合:未来研究将集中在以下几个方面,①如何将多源、多频谱、多种形态图像数据的融合产生逼真的 2D 和 3D 图像;②如何将频谱图像与空间图像特征进行组合构成统一的空间-频谱特征;③更快速的图像识别和挖掘技术;④如何自动完成目标图像的空间-频谱特征学习;⑤如何将采集的 2D 和 3D 传感器图像融合成矢量地图等。

分布式建模与评估:其中存在的问题主要包括:①对于一个特定的应用采用何种结构是最优的?②如何从单个传感器中抽取最多的信息?③环境对分布式处理的影响?④融合能

够得到怎样的精度?⑤何种条件下融合能改善系统的性能?⑥评估指标体系和评估系统的建立等等。

结束语 信息融合具有广泛的应用领域,面临着很多难题,绝非一两次会议就能解决这些问题,但每次会议,与会者的交流增进了之间互相了解,开阔了各自的思路。特别是对长期从事工程的技术人员来说,参加这种交流就显得尤为重要。

正如 ISIF 现任主席 Bar-Shalom 教授在本次会议闭幕式上所言:“The scientists reveal the world what it is, and the engineers create the world which does not exist.”这就是说,当工程技术人员在创造这个世界的时候,有必要了解世界本来是什么样,从而按规律办事;同时,数据融合领域的理论科学家也可以在与工程技术人员的交流中获取实际问题和灵感,从而使理论更好地为工程服务。

参考文献

- 1 Proceedings of 5th Intl. Conf. on Information Fusion (Fusion 2002), Annapolis, Maryland, USA, 2002
- 2 Sittler R W. An optimal data association problem in surveillance theory. IEEE Transactions on Military Electronics, 1964, MIL-8:125~139
- 3 Efe M, Ruan Y, Willett P. The pedestrian MHT. In: Proc. of 5th Intl. Conf. on Information Fusion (Fusion 2002), Annapolis, Maryland, USA, 2002
- 4 Ramesh C, Ranjith T. Fusion performance measurements and a lifting wavelet transform based algorithm for image fusion. In: Proc. of 5th Intl. Conf. on Information Fusion (Fusion 2002), Annapolis, Maryland, USA, 2002
- 5 Kwiatkowska E J, Fargion G S. Merger of Ocean Color Information from Multiple Satellite Missions under the NASA SIMBIOS Project Office. In: Proc. of 5th Intl. Conf. on Information Fusion (Fusion 2002), Annapolis, Maryland, USA, 2002
- 6 Bar-Shalom Y, Fortmann T E. Tracking and Data Association. Academic Press, New York, 1988
- 7 Das S, Lawless D. Trustworthy Situation Assessment via Belief Networks. In: Proc. of 5th Intl. Conf. on Information Fusion (Fusion 2002), Annapolis, Maryland, USA, 2002
- 8 Das S, Grey R, Gonsalves P. Situation Assessment via Bayesian Belief Networks. In: Proc of 5th Intl. Conf. on Information Fusion (Fusion 2002), Annapolis, Maryland, USA, 2002
- 9 Gad A, Farooq M. Data fusion architecture for maritime surveillance. In: Proc. of 5th Intl. Conf. on Information Fusion (Fusion 2002), Annapolis, Maryland, USA, 2002
- 10 Howard M, Payton D, Estkowski R. Coalitions for Distributed Sensor Fusion. In: Proc. of 5th Intl. Conf. on Information Fusion (Fusion 2002), Annapolis, Maryland, USA, 2002
- 11 Musick S H. Comparing Distributed Trackers. In: Proc. of 5th Intl. Conf. on Information Fusion (Fusion 2001), Montreal, Canada, 2001