

·成果简介·

新一代空中交通管制系统中关键技术的研究成果介绍

游志胜* 张麟† 朱敏*

(* 四川大学计算机学院; † 四川大学科技处, 成都 610064)

[关键词] 空中交通管制, 多雷达信息融合, 雷达预警

经过4年的研究与实践,由四川大学和中国民航学院共同承担的国家自然科学基金重点资助项目“新一代空中交通管制系统中关键技术的研究”,在国家自然科学基金委员会和中国民航总局的大力支持下顺利完成。

1 项目背景

该项目按照项目申请书和计划书要求,对我国新一代空中交通管制系统的多项关键技术进行理论方法研究和试验研究,包括空管雷达组网;多雷达数据处理和融合;雷达数据和其他空管数据的融合;飞行器冲突探测和安全预警等。

2 基础理论研究成果

在多传感器检测决策融合方面,诱导出 Gauss-Seidal 迭代算法,严格证明该算法在离散格式下的有限步收敛性,以及离散格式下的最优解可逼近连续形式的最优解。在最优融合律方面,证明当其他分站的通讯模式给定以后,对最后一个分站只需适当的有限通讯量就可以实现全局最优决策,进而利用这一性质首次在国际上对非常一般的统计数据给出了工程中易于实现的这种系统通讯模式下的最优融合律的表达式。

在估计和跟踪融合方面,指出最一般的最小方差意义下线性最优融合实质上是线性约束下二次优化问题,给出解的精确表达式,证明其唯一性,用以解决各种传感器观测噪声相关时的最优融合,各传感器不同步时的最优融合,以及具有反馈时的最优融合。

在动态系统有关递推估计算法方面,提出一种估计动态系统状态的推广遗忘因子递推最小二乘算法,不需要动态过程噪声和观测噪声方差的信息实现对状态的估计。

在雷达融合的重要技术卡尔曼滤波方面,利用小波变换对 $1/f$ 类分形随机信号进行波形估计。提出了一种基于最小均方误差的最优门限波形估计方法,较之卡尔曼滤波,此门限法在估计非平稳 $1/f$ 类分形信号时不需要估计信号的方差。此外,还提供了离散小波分解级数的确定原则,使信号估计更加简单。

提出一个基于数据关联性能评价的优化跟踪门限算法,提高多目标多传感器跟踪系统性能的目的,与最优跟踪门相比,算法有效改善了系统的性能,尤其在强干扰、高虚警的情况下更为明显。

提出算法,利用某些先验概率知识构造一个判断回波有效性的函数,通过该函数来估计无效回波,并将其排除在外,从而改善相互作用多模型——概率数据关联算法的性能。

提出基于空间交点属性强度的快速数据关联算法,改进了算法的精度和运算速度。

对带反馈的分布式估计融合性能进行了理论分析,发现反馈可有效改善传感器跟踪性能,从而在理论上说明了反馈的重要性,解释了试验观察到的结果。

该项目的基础研究共发表论文近60篇,其中有5篇论文在《IEEE Transaction》等国际权威学术期刊发表,10余篇论文在《电子学报》等国内权威学术刊物发表,国内其他核心期刊10余篇,国际学术会议

本文于2002年6月13日收到。

8篇。

3 应用技术研究成果

该项目经过4年的研究,取得四项有重要创新的技术成果,三项已通过省部级鉴定,一项已获得省科技进步奖一等奖。

3.1 “MRD2K 多雷达信息融合处理系统和综合显示席位”的研制与开发

“MRD2K 多雷达信息融合系统和综合显示席位”是现代空中交通管制中心的关键组成部分。本项成果达到当今国际同类系统的先进水平,并在若干关键技术上有重要创新,软件系统具有我国自己的知识产权,在国际市场上有相当的竞争力,有很好的出口市场前景。

该系统由多雷达信息融合处理系统、2K×2K分辨率的雷达和飞行数据综合显示席位构成。系统在智能雷达数据接口、多传感器多目标航迹关联及优化自适应跟踪门算法、多雷达数据融合算法、交互多模式(IMM, Interacting Multiple Model)航迹跟踪滤波技术、冲突告警及低高度告警算法等多个方面有所创新。

目前此系统已在广州白云机场、重庆江北机场、成都双流机场等多个用户单位使用,产生直接经济效益人民币约上千万元,节省外汇逾700万美元。

3.2 “K/LLQ304 雷达主监控系统”的研制与开发

K/LLQ304 型中程三坐标雷达(简称390雷达)是我国自行设计研制的第一代一维频/相扫、全相参体制的三坐标雷达,成果“K/LLQ304 雷达主监控系统”是其重要系统之一,用于可靠实时地监视和控制雷达的工作状态与工作方式,并完成情报综合等多项功能。

该系统首次将情报融合技术应用在雷达主监控系统中,取得突破性进展,并在智能通讯控制器和接口技术、多雷达情报融合技术、实时控制分析和设计技术、开发了高效实用的专用地图制作和编辑软件等关键技术有所创新。

目前此系统已在驻港部队、海航,以及空军的多个部门使用,效果显著。

3.3 “空管雷达预警系统”的研制与开发

“空管雷达预警系统”可以自动探测当前及未来一段时间内将要发生的航空器之间的飞行冲突和航空器与地形、地物之间的冲突,通过适当的告警方式,帮助管制员及时发现和处理冲突,保障飞行安全。

系统包括以下部分:雷达数据处理服务器;区调终端;进近终端;值班领导终端;数据库管理系统;网络子系统;GPS时钟接收和分发、外接时钟等。采用开放式结构,便于硬件和软件的扩充和升级。在功能设计、系统配置、人机界面等方面遵从我国空管系统的要求和国际惯例。

(1)在飞行冲突预警和告警方面,利用航迹跟踪产生的飞机位置和速度,计算出一定时间后相互间隔低于预定安全标准的所有航迹对,经过滤波处理后预告可能发生危险接近的时间。为减少航空器上升下降过程中虚假告警,对具有许可高度数据的航迹使用高度层保护方法,探测高度冲突。当系统探测到航迹对的水平和垂直间隔同时小于固定数值时,系统对该航迹对进行冲突告警。

(2)在低高度预警和告警方面用进行过气压校正后的航空器修正海拔高度与预测位置的安全高度相比较,若低于安全高度,产生告警。

目前系统已在重庆江北机场正常使用一年半以上,多次预报出航空器可能发生的冲突,避免了飞行事故,间接经济效益达到上亿元。系统稳定可靠,预警和告警准确及时,虚警率低,无漏报现象,是保障飞行安全必不可少的设备,具有重大的经济与社会效益。

3.4 “多通道数字同步记录仪”的研制与开发

多通道数字同步记录仪是一种专用的记录设备,主要用于24小时不间断连续同步记录数十个甚至上百个不同通道的“地-空”无线通话(包括重要电话)和多部不同的雷达数据,并加上精密准确的时钟标志。主要应用领域是民航各空中交通管理部门,机场和航空公司,以及空军、海军航空兵等,用于24小时不间断地同步记录多个通道的“地-空”通话,雷达数据和时间标记,以及事后重放调查使用。此外,还可用于电力调度,铁路调度,总参系统,金融系统,安全系统,公安系统,海事监听系统,寻呼台等。

MDSL多通道数字同步记录仪在工控微机平台,通用存储媒体,基本语音压缩技术等方面与当今国际最先进的同类技术是一致的,但在与记录仪重要性能密切相关的许多硬件或软件技术上有自己的重要创新和独有的知识产权,主要有:高集成度的专用32通道语音压缩和控制FPGA芯片和压缩卡、独有的“语噪识别”和“二次压缩”技术、适应广泛的智能雷达接口卡,以及雷达译码技术、RDP技术和雷达活动图象显示技术等。

目前项目成果已形成成熟稳定的产品,在我国

民航的多个机场投入使用,直接经济效益逾千万元人民币,取代国外进口产品节省外汇近千万美元。

4 研究成果的应用前景及展望

该项目在基础理论方面的研究成果,其科学意义得到高度评价。在应用技术方面的4项成果都将形成具有我国自主知识产权和重大创新的高科技产品,为建设我国独立自主的空中交通管理体系做出重要贡献。这四项成果在2001年度的推广直接经

济效益已超过千万元。同时在该项目的支持下,已经与法国 Thomson 公司合作,建立中法合作“实时软件工程研究中心”和中法合作“实时软件工程硕士培训中心”,并纳入中法两国政府文化交流合作项目,获法国政府和 Thomson 公司资助,主要内容是研发新一代空中交通管理软件。其他合作还包括与美国锡拉丘兹大学、美国新奥尔良大学、日本山梨大学等的交流。

AN INTRODUCTION OF THE RESEARCH ON CRITICAL TECHNIQUES IN NEW-GENERATION ATC SYSTEM

You Zhisheng* Zhang Lin† Zhu Min*

(* Computer College, Sichuan University, Chengdu 610064; † Technological Department, Sichuan University, Chengdu 610064)

Key words ATC, Multi-radar Information Fusion, Radar Alarm Forenotice

(上接 286 页)

- [9] Lee D J, Hsu Y H. Fast Freeze/Thaw Treatment On Excess Activated Sludge: Floc Structure And Sludge Dewaterability. *Environ. Sci. Technol.*, 1994, **28**: 1 444—1 449.
- [10] 胡龙,何晶晶,邵立明.城市污水厂污泥热干燥处理技术及其应用分析. *重庆环境科学*, 1999, **21**(1): 51—53.
- [11] 金儒霖,刘永龄.污泥处置.北京:中国建筑工业出版社,1982.
- [12] Tambo N, Watanabe Y. Physical characteristics of floc-I. The floc density function and aluminum floc. *Water Research*, 1979, **13**:409.
- [13] Jorand F, Zartarian F, Thomas F et al. Chemical and structural(2D) linkage between bacteria within activated sludge flocs. *Water research*, 1995, **29**: 1 639.
- [14] Zartarian F, Mustin C, Bottero J Y et al. Spatial arrangement of the

component of activated sludge flocs. *Water Science & Technology*, 1994, **30**(11):243.

- [15] Forster C F, Dallas-Newton J. Activated sludge settlement-some suppositions and suggestions. *Water Pollution Control*, 1980, **79**:338.
- [16] Ormeci B, Vesilind P A. Development of an improved synthetic sludge: a possible surrogate for studying activated sludge sewerage characteristics. *Water Research*, 2000, **34**(4):1 069.
- [17] 朱敬平,李笃中.污泥处置(Ⅲ):污泥后处理.台湾大学《台大工程》学刊,2001,第 83 期,59—81.
- [18] Liu Z W, Lee D L. Boiling of biological sludge. *International Communication of Heat and Mass Transfer*, 2000, **27**:221.
- [19] Chu C P, Feng W H, Tsai Y H et al. Unidirectional Freezing of Waste-Activated Sludges: The presence of sodium chloride. *Environ. Sci. Technol.* 1997, **31**:1 512—1 517.

THE SPECIALTIES OF SLUDGE AND ASSOCIATED THERMAL PHYSICAL ISSUES

Peng Xiaofeng Chen Jianbo Tao Tao Lee Duujong Chu Chingping

(Department of Thermal Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084)

Abstract With the development of society, the increasing sludge produced in human life and industry production is becoming a serious environmental problem. This paper briefly discusses the environmental significance and situation of sludge treatment. The emphases are addressed on the classification, processing and characteristics of the activated sludge, especially the characteristic of the variable structure. The existing and future research directions of the sludge characteristics in the thermal physics are analyzed and suggested.

Key words sludge, sludge treatment, thermal physical issue, environmental protection