

2023 年湖北省科学技术奖申报公示材料

一、项目名称

复杂场景下运动目标多模态识别与定位关键技术研究及应用

二、提名单位、奖项种类

提名单位：湖北省教育厅

奖项种类：科学技术进步奖

三、项目简介

本项目属于信息产业和服务业领域。如何有效利用可见光、红外摄像机等智能感知设备获取的多模态数据，实现复杂场景下运动目标的精准识别与定位，是智能物联网领域的重要科学与技术问题，也是智慧交通、智慧安防等应用场景的重大需求。

本项目围绕复杂场景下运动目标多模态识别与定位展开系统研究，主要创新如下：

1) 构建了时空特征融合模型和环境自适应模型，提出了一种从红外热图中提取人体显著特征方法与人体定位技术，以及可见光-红外跨模态人体重识别技术，显著提升了低信噪比下的红外小目标识别与定位精度；

2) 提出了基于随机矢量环境自适应的目标监测模型与技术、基于雷达信号校准和微多普勒信号识别的无人机识别技术以及能效最优无人机路径导航技术，显著提升了复杂场景下运动目标识别与定位性能；

3) 提出了基于传感器节点间连通信息的二维/三维网络骨架提取、网络凸分解与线性化技术，解决了复杂场景下大规模传感网的目标监测与精准定位问题。

发表 SCI/EI 学术论文 30 篇，其中中国计算机学会推荐的 A 类 B 类期刊/会议论文共 12 篇，获湖北省优秀博士学位论文奖、ACM SIGCOMM 中国新星奖（全国排名第一），授权发明专利 6 项、软著 13 项，出版专著两部。在中国电子科技集团公司第二十七研究所、华设设计集团等单位得到成功应用，取得了显著的经济和社会效益。经专家组鉴定，项目成果整体达到国际先进水平，部分成果达到国际领先水平。

四、客观评价

本项目研究成果大多数发表在计算机网络领域国际顶尖学术期刊和顶尖学

术会议上，这些刊物或会议被中国计算机学会认定为高难度学术期刊或会议。研究成果被 ACM/IEEE Fellow 等在内的国内外众多知名学者发表在 IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS)、ACM Transactions on Sensor Networks 等国际顶尖学术期刊上的论文所参考引用，说明了该项目具有较强的理论创新性。同时，部分研究成果是刘文平教授共同编写的《传感器网络的拓扑特征提取方法与应用》一书的主要内容。国家杰出青年科学基金获得者、ACM 中国理事会副主席、上海交通大学电子信息与电气工程学院副院长王新兵教授曾在该书中作序并评价：“目前，在国内有很多关于传感器网络的书籍，由蒋洪波教授和刘文平博士编写的《传感器网络的拓扑特征提取方法与应用》，是我所看到的第一本深入全面介绍在二维 / 三维传感器网络中常用拓扑特征提取的方法及其应用方面的书籍。作者在传感器网络的拓扑特征提取领域潜心研究近十载，做出了大量富有成果的研究；在相关国际学术会议和期刊上发表数十篇学术论文，填补了国内学者在该领域研究的空白。”

项目成果在中国电子科技集团公司第二十七研究所、华设设计集团等单位得到成功应用，取得了显著的经济效益；在中共湖北省委宣传部委托的湖北省县域文明指数测评项目中的应用得到了宣传部有关领导的高度认可，测评成果转化成为省委宣传部部长的肯定性批示。

五、应用情况

项目成果中低信噪比红外小目标识别技术和无人机微多普勒信号检测技术等，被中国电子科技集团公司第二十七研究所等单位应用于单位核心产品开发；基于传感网的定位技术和基于红外视频向量自适应模型的移动目标检测方法等，可实现对复杂环境下大规模部署的传感器网络监测范围内的各种目标进行监测定位，以及对红外小目标进行精准识别，成功地应用于华设设计集团、北京帝测科技股份有限公司等单位；基于红外热像仪的人体定位技术和可见光-红外跨模态行人重识别技术，被国联智慧能源交通技术创新中心(苏州)有限公司应用于电动汽车充电站的智慧运维系统和卡车智慧驾驶中；基于光照突变条件下的车辆检测技术、基于网络线性化的定位技术等，被成功应用于中共湖北省委宣传部委托湖北经济学院承担的湖北省县域文明指数测评项目中。

六、主要知识产权

1、专利：任意二维与三维传感器网络拓扑带约束的节点线性化方法

授权号：ZL 2019 1 0339060.9

授权日期：2022 年 3 月 25 日

证书编号：5020757

权利人：湖北经济学院

发明人：刘文平，贾玉福等

2、论文： An Approximate Convex Decomposition Protocol for Wireless Sensor Network Localization in Arbitrary-Shaped Fields

刊物名称：IEEE Transactions Parallel and Distributed Systems

发表日期：2015 年 12 月

卷号期号：第 26 卷 12 期

论文作者：刘文平等

3、论文： A Unified Framework for Line-Like Skeleton Extraction in 2D/3D Sensor Networks

刊物名称：IEEE Transactions on Computers

发表日期：2015 年 5 月

卷号期号：第 64 卷 5 期

论文作者：刘文平等

4、专利： 一种智能印章

授权号：ZL 2018 2 0126638.3

授权日期：2018 年 11 月 6 日

证书编号：8045778

权利人：孔德永

发明人：孔德永等

5、论文： 捷联惯导/高度计组合导航数字仿真系统设计与实现

刊物名称：四川兵工学报

发表日期：2013 年 4 月

卷号期号：第 34 卷第 4 期

主要作者：孔德永等

6、论文： Energy-Optimal 3D Path Planning for MAV with Motion Uncertainty

刊物名称：Complexity

发表日期：2021 年 10 月

卷号期号：第 2021 卷

起止页码：1323-1335

主要作者：李亚敏等

7、论文： Vehicles Detection for Illumination Changes Urban Traffic Scenes Employing Adaptive Local Texture Feature Background Model

刊物名称：IET Intelligent Transport Systems

发表日期：2018 年 12 月

卷号期号：第 12 卷 10 期

主要作者：张运胜等

8、论文：Person Tracking by Detection Using Dual Visible-Infrared Cameras

刊物名称：IEEE Internet of Things

发表日期：2022 年 11 月

卷号期号：第 22 卷 9 期

论文作者：耿学文、李明磊、刘文平、彭瑞卿等

9、软著：自然保护区天空地一体化监测系统 V1.0

授权号：2021SR0032391

授权日期：2021 年 1 月 7 日

证书编号：6760498

权利人：谢潇等

发明人：谢潇等

10、专利：一种基于红外热像仪的人机测距方法及系统

授权号：ZL 2021 1 1129661.0

授权日期：2021 年 9 月 26 日

证书编号：4835230

权利人：湖北经济学院

发明人：刘行军、刘文平、彭瑞卿、李明磊等

六、主要完成人情况

1、刘文平，男，博士，教授，1977 年 6 月生

是本项目的第一完成人，也是项目总负责人。主要负责项目组织实施、计划安排、人员协调，以及部分理论研究、算法设计和论文撰写等工作，投入工作量占本人总工作量的 80%。

旁证材料：知识产权 1-3 的第一完成人，知识产权 7 的通信作者，知识产权 10 的第二完成人。湖北省科技成果登记第一完成人。

2、孔德永，男，博士，副教授，1976 年 12 月生

本项目中，作为第二完成人，主要负责导航数字仿真系统设计实现、目标识别算法实现与项目成果转化应用，投入工作量占本人总工作量的 70%。

旁证材料：知识产权 4-5 的第一完成人。湖北省科技成果登记第二完成人。

3、李亚敏，女，博士，副教授，1990 年 3 月生

本项目中，作为第三完成人，主要负责设计能量最优无人机 3D 路径导航与项目成果转化应用，投入工作量占本人总工作量的 60%。

旁证材料：知识产权 6 的第一完成人。湖北省科技成果登记第三完成人。

4、张运胜，男，博士，副教授，1982年11月生

本项目中，作为第四完成人，主要负责低信噪比红外小目标识别与光照突变环境下的车辆检测，投入工作量占本人总工作量的50%。

旁证材料：知识产权7的第一完成人。湖北省科技成果登记第四完成人。

5、耿学文，男，博士，高级工程师，1983年1月生

本项目中，作为第五完成人，主要负责基于红外热像仪的人体定位技术与跨模态人体识别技术，投入工作量占本人总工作量的50%。

旁证材料：知识产权8的第一完成人。湖北省科技成果登记第五完成人。

6、龚江昆，男，博士，助理研究员，1989年10月生

本项目中，作为第六完成人，主要负责目标识别算法实现与项目成果转化应用，投入工作量占本人总工作量的50%。

旁证材料：湖北省科技成果登记第六完成人。

7、谢潇，女，博士，高级工程师，1986年12月生

本项目中，作为第七完成人，主要负责算法实现与项目成果转化应用，投入工作量占本人总工作量的40%。

旁证材料：知识产权9的第一完成人。湖北省科技成果登记第七完成人。

8、刘行军，男，博士，教授，1974年12月生

本项目中，作为第八完成人，主要负责基于红外热像仪的人机测距算法，投入工作量占本人总工作量的40%。

旁证材料：知识产权10的第一完成人。湖北省科技成果登记第八完成人。

9、贾玉福，男，博士，副教授，1974年6月生

本项目中，作为第九完成人，参与传感器网络线性化的算法实现，投入工作量占本人总工作量的40%。

旁证材料：知识产权1的第二完成人。湖北省科技成果登记第九完成人。

10、刘永相，男，博士，正高级工程师，1978年12月生

本项目中，作为第十完成人，负责项目成果转化应用，投入工作量占本人总工作量的30%。

旁证材料：湖北省科技成果登记第十完成人。

11、李明磊，男，博士，副教授，1984年2月生

本项目中，作为第十一完成人，参与设计基于红外热像仪的人体定位技术与跨模态人体重量识别技术，投入工作量占本人总工作量的 40%。

旁证材料：知识产权 8 的第二完成人，知识产权 10 的第五完成人。湖北省科技成果登记第十一完成人。

12、彭瑞卿，男，博士，副教授，1985 年 2 月生

本项目中，作为第十二完成人，参与设计基于红外热像仪的人体定位技术与跨模态人体重量识别技术，投入工作量占本人总工作量的 40%。

旁证材料：知识产权 8 的第八完成人，知识产权 10 的第三完成人。湖北省科技成果登记第十二完成人。

七、完成人合作关系说明

第一完成人刘文平与第三完成人李亚敏、第九完成人贾玉福在 2019 年中国图灵大会上发表合作论文 A Unified Framework for Constrained Linearization of 2D/3D Sensor Networks with Arbitrary Shapes（基于该论文完成了知识产权 1），与第五完成人耿学文、第十一完成人李明磊和第十二完成人彭瑞卿共同撰写了论文 Person Tracking by Detection Using Dual Visible-Infrared Cameras（知识产权 8），与第八完成人、第十一完成人李明磊和第十二完成人彭瑞卿刘行军共同设计了基于红外热像仪的人机测距方法及系统（知识产权 10）。第二完成人孔德永与第六完成人是本项目创新点“基于雷达信号校准和微多普勒信号识别的无人机识别技术”的共同完成人；第四完成人张运胜、第七完成人谢潇参与了第二完成人孔德永的横向课题；第十完成人刘永相在第五完成人耿学文所在单位进行了成果转化应用。

八、主要完成单位及创新推广贡献

1、湖北经济学院

负责基于时空特征融合和随机向量自适应模型的低信噪比红外运动小目标识别技术，负责基于无线感知的目标定位跟踪技术，重点参与设计低像素红外热像仪的人体定位技术和基于深度学习的可见光-红外跨模态识别技术，参与成果推广。

2、湖北大学

负责基于能量最优的无人机路径导航技术，参与设计基于传感网线性化的目标跟踪技术，参与成果推广。

3、国网智慧能源交通技术创新中心（苏州）有限公司

参与设计低像素红外热像仪的人体定位技术和基于深度学习的可见光-红外跨模态人体识别技术，参与成果推广。

4、武汉大学

负责微波无回声区的雷达数据校准方法与基于雷达微多普勒信号检测的无人机识别，参与成果推广。

5、北京帝测科技股份有限公司

负责设计天空地一体化监测系统和无线红外相机监测系统，参与成果推广。