

一、项目名称：大规模物联网的关键特征提取与应用研究

二、提名单位、奖项种类

提名单位：湖北省教育厅

奖项种类：自然科学奖

三、提名意见：

物联网是当今世界经济和科技发展的战略制高点之一，发展物联网对于经济发展和科技进步具有重要的现实意义。物联网的性能发挥与其关键的拓扑和几何特征密切相关，本项目研究物联网的关键特征提取与应用问题，对促进物联网的大规模应用具有重要的理论价值。项目组近十年来在物联网的特征提取与应用方面展开了深入具体的研究工作，取得了十分丰硕的研究成果，填补了国内学者在该领域研究的空白。在中国计算机学会（CCF）认定的国际顶尖学术期刊和国际顶尖学术会议上（包括 IEEE/ACM Transactions on Networking (ToN), IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS), IEEE Transactions on Computers (TC), ACM MOBIHOC, IEEE INFOCOM, IEEE ICNP 和 IEEE ICDCS 等）共发表二十余篇论文，其中多篇论文被 ACM/IEEE Fellow 等在内的国内外知名学者所引用，在科学出版社出版学术专著两部，申请国家发明专利两项。该项目受到了多项国家自然科学基金和中国博士后科学基金资助，项目主要完成人有多年的合作关系，作为主要成员共同承担一项国家自然科学基金，并共同发表多篇学术论文。因此，特向省科技厅提名成果卓

著的项目“物联网关键特征提取与应用研究”。

四、项目简介：

本项目所属学科为计算机科学技术（520），属国家中长期科技发展纲要里信息产业和服务业中传感器网络 and 智能信息领域。物联网节点可部署在陆地和海洋等环境，形成具有二维或三维特征的网络拓扑。由于网络性能与部署区域的形状密切相关，不规则网络的形状往往是制约网络性能发挥的重要瓶颈，因而物联网的关键特征（包括拓扑和几何特征）提取成为其发展的关键技术之一。鉴于此，本项目专注于二维/三维物联网的关键特征提取与应用研究。主要内容总结如下：

1. 二维/三维网络的凸分解与应用。提出了一种二维/网络节点曲率（curvature）定义，设计了二维网络的凹点识别与网络形状分解算法，改进了现有基于多维标度法（multi-dimensional scaling）的网络定位算法，建立了网络凹度与定位误差间的联系；

2. 三维网络的线骨架（curve skeleton）提取与应用。首次提出了三维网络线骨架的定义，设计了低复杂度的三维网络线骨架提取算法，基于线骨架开发了一种三维网络路由协议；

3. 三维网络的面骨架（surface skeleton）提取与应用。提出了一种稳健的面骨架节点识别方法，设计了低复杂度的三维网络面骨架提取算法，开发了一种基于面骨架的数据存储与检索协议；

4. 三维网络的 Reeb 图构建与应用。提出了一种基于节点连接信息的三维网络 Reeb 图构建算法，并研究其在数据存储与检索等方面的应用；

5. 二维网络的骨架提取与应用。根据骨架性质提出了基于距离变换的骨架节点新定义；设计了依赖于部分边界信息的分布式骨架提取方法；

本项目在综合考虑网络节点能量和计算能力等资源有限条件下，有针对性地设计分布式和低复杂度算法提取网络关键特征，并研究这些关键特征在网络路由、定位、数据存储等方面的应用，既具备较强的理论创新，同时又关注这些理论在实际中的运用。该项目受国家自然科学基金项目和中国博士后科学基金项目资助，在国际顶尖学术期刊和国际顶尖学术会议上发表论文 20 多篇，出版专著两部。

五、客观评价：

本项目研究成果全部发表在计算机网络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（CCF）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，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，在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》一书中作序并评价：“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。”

六、代表性论文/专著：

1. Towards Robust Surface Skeleton Extraction and Its Applications in 3D Wireless Sensor Networks / IEEE/ACM Transactions on Networking (ToN) / 刘文平, 邓天平, 杨洋, 蒋洪波, 廖小飞, 李波, 蒋国银. 2016, 24 (6): 3300-3313 (CCF A 类期刊)

2. On the Distance-Sensitive and Load-Balanced Information Storage and Retrieval for 3D Sensor Networks / IEEE/ACM Transactions on Networking (ToN) / 刘文平, 蒋洪波, 刘江川, 廖小飞, 林宏志, 邓天平. 2016, 24 (6): 3439-3449 (CCF A 类期刊)

3. An Approximate Convex Decomposition Protocol for Wireless Sensor Network Localization in Arbitrary-Shaped Fields/ IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS) / 刘文平, 王丹, 蒋洪波, 刘文予, 王重刚. 2015, 26(12): 3264-3274 (CCF A 类期刊)

4. Distance Transform-based Skeleton Extraction and Its Applications in Sensor Networks / IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems (TPDS) / 刘文平, 蒋洪波, 白翔, 谭光, 王重刚, 刘文予, 蔡可超. 2013, 24(9):1763-1772 (CCF A类期刊)

5. A Unified Framework for Line-like Skeleton Extraction in 2D/3D Sensor Networks / IEEE Transactions on Computers (TC) / 刘文平, 蒋洪波, 杨洋, 廖小飞, 金泽蒙. 2015, 64(5):1323-1335 (CCF A类期刊)

6. Approximate Convex Decomposition Based Localization in Wireless Sensor Networks / Proceedings of IEEE INFOCOM / 刘文平, 王丹, 蒋洪波, 刘文予, 王重刚. 2012: 1853-1861 (CCF A类会议)

7. Skeleton Extraction from Incomplete Boundaries in Sensor Networks based on Distance Transform / Proceedings of IEEE ICDCS / 刘文平, 蒋洪波, 白翔, 谭光, 王重刚, 刘文予, 蔡可超. 2012:42-51 (CCF B类会议)

8. 传感器网络的拓扑特征提取与应用 (专著) / 北京: 科学出版社 / 蒋洪波, 刘文平. 2016年5月

七、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，以及理论与算法设计、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：代表性论文 1-7 的第一作者，合著 8 的共同作者。

2、蒋洪波，男，博士，教授，1976 年 10 月生

本项目中，作为第二完成人，主要对二维/三维传感器网络中的形状分割和三维网络边界识别算法等进行了设计，投入工作量占本人总工作量的 50%。

旁证材料：代表性论文 2-7 的通讯作者，合著 8 的第一作者。

3、蒋国银，男，博士，教授，1976 年 2 月生

本项目中，作为第三完成人，主要对三维网络的面骨架提取算法进行了优化设计，分析了算法的时间和通信复杂度等，投入工作量占本人总工作量的 20%。

旁证材料：代表性论文 1 的主要合作者。

八、主要完成单位：湖北经济学院、湖南大学

九、完成人合作关系说明：

项目主要完成人的合作关系体现在以下两方面：

1、刘文平和蒋国银共同申请并获批立项了两项国家自然科学基金面上项目：“基于在线群智感知的即插即用室内导航技术研究”和“基于在线评论网络的多元交互行为及协同演化机理研究”；

2、作为合作者共同发表了多篇学术论文。

十、知情同意证明

未列入本项目主要完成人的“通讯作者（含共同通讯作者）”和

“第一作者（含共同第一作者）”均签署了知情同意证明。