

基于物联网的天线工参感知及创新应用研究

李艳芬, 朱雪田

(中国电信股份有限公司智能网络与终端研究院移动通信研究所, 北京 102209)

摘要: 天线工参是无线网络规划和优化的基准, 通过物联网方式实现远程天线工参获取, 对于降低网络运维和优化难度具有重要意义。从天线工参的重要性入手, 介绍了基于物联网的天线工参感知关键技术, 并提出了一种面向 5G Massive MIMO 智能化创新应用, 明确了其基本流程和方法, 为推进面向物联网的天线工参奠定基础。

关键词: 工参; 5G; Massive MIMO

中图分类号: TP302

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-3750.2019.00139

Research on engineering parameter perception and innovation application based on Internet of things

LI Yanfen, ZHU Xuetian

Intelligent Network and Terminal Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Beijing 102209, China

Abstract: Antenna engineering parameters are the benchmark of the wireless network planning and optimization. It is of great significance for reducing the difficulty of the network operation and optimization by acquiring engineering parameters through the Internet of things. Starting from the importance of antenna parameters, the key technology of antenna parameters perception based on the Internet of things was introduced, and an innovative application of 5G massive MIMO intelligence was proposed. The basic process and method were clarified, which lays the foundation for advancing the antenna technology for Internet of things.

Key words: engineering parameter, 5G, massive MIMO

1 引言

5G 是数字经济的关键基础设施, 提供了至少 10 倍于 4G 的峰值速率、毫秒级的传输时延和千亿级的连接能力, 实现了网络性能的跃进。面对 5G 在传输速率和系统容量等方面的性能挑战, 5G Massive MIMO 天线成为提升频谱效率的最佳技术。天线数目的大幅度增加, 为网络规划、优化等提出了巨大挑战。

天线工参包括经纬度、天线挂高、方位角、机械下倾角, 是网络规划和优化的基准。在 4G 网络应用前, 天线工参主要是采用传统人工上站测量并在后台进行维护管理, 以便进行准确、高效的网络

优化。由于人工的参与导致实际天线工参与维护的天线工参数值不一致, 为网络优化带来诸多困难。对天线工参进行远程实时获取和监控, 对于夯实无线网络运维和优化的基础数据、降低网络运维和优化难度具有重要意义。4G 阶段业界进行了大量的研究, 利用现网天线 AISG 电调接口, 通过在天线顶端安装远程工参感知单元, 远程自动获取天线工参信息, 大幅度提升了网络运维的智能化。但是, 5G 天线设备形态发生了巨大变化, 采用 RRU+天线集成一体化设计, 由于缺少 AISG 接口, 需要重新设计远程获取天线工参的方式。本文提出了通过物联网技术实现天线工参感知的关键技术和方法, 在此基础上, 给出了面向 5G Massive MIMO 的智

能化应用。

2 基于物联网的天线工参感知模组实现架构与关键技术

2.1 系统概述

基于物联网的天线工参测量模组主要包括测量单元、中央处理单元、数据通信单元、电源管理单元和安装构件等主要组成部分^[1]。其中，最主要的模块是测量单元和数据通信单元，测量单元主要用于完成天线工参的获取，数据通信单元通过物联网实现天线工参远程读取。

2.2 天线实时工参测量方案

天线工参中的经纬度和天线挂高信息可以通过 GPS 获得，GPS 本身有海拔测量功能，但是常见的民用 GPS 在海拔测量方面的精度较差。可以考虑采用专业导航级 GPS 模块，并通过平滑算法处理以提升站高测量精度。机械下倾角可以通过加速度传感器实现，利用重力矢量及其在轴上的投影来确定倾斜角，成本相对低廉。实现难度较为复杂的主要是天线水平方位角测量技术，目前业界通常考虑使用以下 3 种解决方案^[2-3]。

1) 双 GPS 方案

双 GPS 方案是通过两个 GPS 进行高精度相对定位，根据定位结果来计算两个 GPS 天线连线方位角。在进行水平方位角测量时，用两台 GPS 接收机分别安置在基线的两个端点，其位置静止不动，同步观测相同的 4 颗以上卫星。通过多组卫星二差方程构成方程组，解方程便可以求解两个 GPS 的矢量方向，通过坐标系转换，完成水平方向角定位。双 GPS 天线工参测量如图 1 所示。

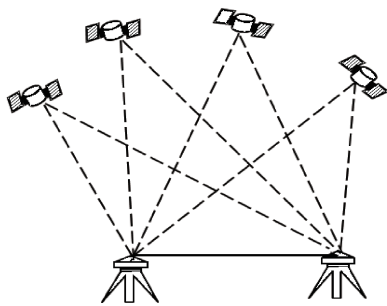


图1 双GPS天线工参测量

2) 和差波束方案

在基站天线位置布置用于产生和波束及差波束两种形式的波束以接收天线单元，对人造卫星信

号同时进行接收。由于和波束及差波束的方向图形状不同，对于同一颗卫星，两种波束的输出信号强度随卫星位置的不同而发生变化。通过比较两种波束的输出信号绝对强度和相对强度的变化，可以判断出卫星是否正在通过差波束的接收凹点。和差波束示意图如图 2 所示。

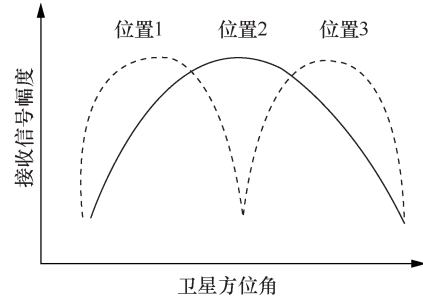


图2 和差波束示意图

图 2 显示了当卫星在空间移动时，和波束的接收信号幅度曲线和差波束的接收信号幅度。由于差波束存在接收凹点，当卫星通过接收凹点的正前方时，和波束、差波束的输出信号幅度差别达到最大。同时卫星的轨道参数已知，所以卫星的方位角已知，差波束的接收凹点所面对的方向就是卫星的方位角。在实际工程中，接收凹点所对应的角度可以和基站天线的方位角对齐，此时凹点所对应的方位角就等于基站天线的方位角。

3) 地磁感应方案

根据地磁感应原理实现方位角测量的方式使用广泛，该方法要求测量装置周围无铁磁环境、无电磁干扰，方能实现有效测量。当前，业界通过螺旋式空间运动校正补偿的方式，大幅度提升地磁传感器测量的准确性。方位角测量装置在现有的地磁测量装置基础上添加驱动装置，来实现感应装置的螺旋式运动，使得测量装置可以获取三维空间的地磁强度数据，进而可以通过中央处理单元实现自动校正和补偿功能，克服由于铁磁环境不同、电磁干扰等因素导致方位角测量不准确的问题^[4]。

针对上述 3 种测量方案，通过在现网天线上安装相应硬件设备，进行实际测试分析比较，工参测量方案比较如表 1 所示。

2.3 基于物联网的通信方式

通过天线工参测量方案完成天线工参信息的测量，天线工参感知测量单元通过 NB-IoT 网络将相关数据传输给云服务器平台即实现天线监控。天

线工参感知组网示意图如图3所示。

方案评估	双GPS方案	和差波束方案	磁罗盘方案
测量精度	方位角 ≤ 0.5° 海拔高度 ≤ 3.37 m 经纬度测量偏离实际距离 ≤ 1.8 m 机械倾角 ≤ 0.56°	方位角 ≤ 1° 海拔高度 ≤ 6.4 m 经纬度测量偏离实际距离 ≤ 1.8 m 机械倾角 ≤ 0.7°	方位角 ≤ 0.5° 机械倾角 ≤ 0.3°
定位时间	15 min 以内	10 h	5 min 以内
成本	偏高	居中	较低
缺点	感知模块上方无遮挡的视角范围应该 > 120°	感知模块正前方 45° 不能有遮挡, 定位时间较长	测量相对方位角精度校准, 初始角度需要人工录入

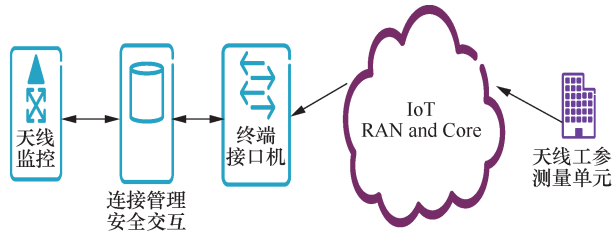


图3 天线工参感知组网示意图

云服务器平台基于NB-IoT, 定时获取天线工参信息, 远程工参感知流程如图4所示。

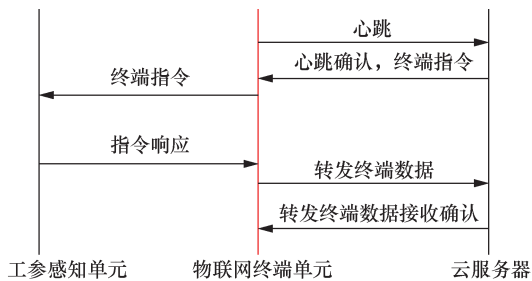


图4 远程工参感知流程

云服务器平台对于天线的多种参数可以一目了然, 能够实现天线远程管理。

1) 通过工参单元实现远程统计每副在网天线的状态信息;

2) 基于不同角度阈值自动获取天线异常状态, 实时监控天线状态。如通过天线工参单元获取方位角初始信息, 了解因外界原因导致天线状态发生的变化。如果远程测量的方向角和初始值差值大于阈值, 则云服务器平台自动发出天线角度异常告警;

3) 基于天线角度异常告警, 依据天线初始配置值进行远程调整, 实现天线状态自修复, 如台风场景。

云服务器平台可以是运营商设备管理平台, 也可以是天线工参感知单元第三方应用平台。相比传统RS485接口实现天线工参感知, 基于物联网的天线工参感知不需要涉及大量物联网工作。同时, 可以基于天线智能管理需求, 实现快速迭代, 增加新功能。

3 面向Massive MIMO智能化应用

基于物联网的天线工参感知, 可以实现Massive MIMO广播波束权值配置的智能化^[5-8]。5G Massive MIMO智能化应用流程如图5所示, 包括场景确认、权值寻优两个主要过程, 分为以下5个步骤。

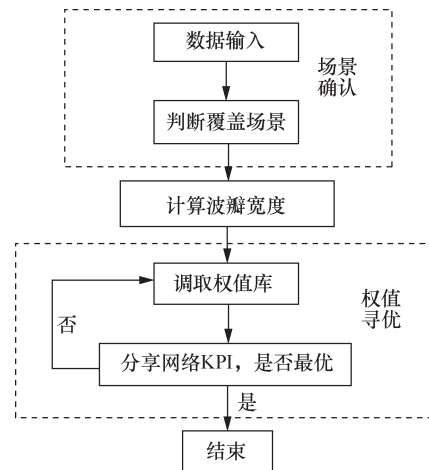


图5 5G Massive MIMO智能化应用流程

1) 数据输入

基于智能天线工参感知设备获取的天线工参包括经纬度、天线挂高、方位角、机械下倾角信息, 同时, 导入电子地图。

2) 场景确认

结合天线工参、实际物理环境等信息, 初步判断场景, 场景定义如表2所示。

编号	场景	场景定义
1	常规宏覆盖	广覆盖、低矮建筑
2		低矮建筑和高层建筑混合场景
3	连续高层覆盖	
4	特殊场景	重要公路、场馆等
5		独立高层覆盖
6	多种混合场景	

3) 计算波瓣宽度

基于天线挂高、天线覆盖范围等可以初步计算半功率波瓣宽度。垂直波瓣宽度覆盖示意图如图 6 所示，天线高度为 h ，覆盖楼高为 H ，天线和覆盖楼宇之间距离为 D ，天线垂直面半功率波瓣宽度为 α ，得到式(1)

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{h}{D} + \tan^{-1} \frac{H-h}{D} \quad (1)$$

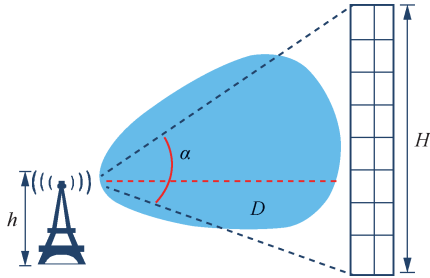


图 6 垂直波瓣宽度覆盖示意图

垂直波瓣宽度计算示意图如图 7 所示，天线覆盖水平距离为 B ，天线和覆盖楼宇之间距离为 D ，天线水平面半功率角为 β ，得到式(2)

$$\frac{B}{\frac{D}{2}} = \tan \beta / 2 \quad (2)$$

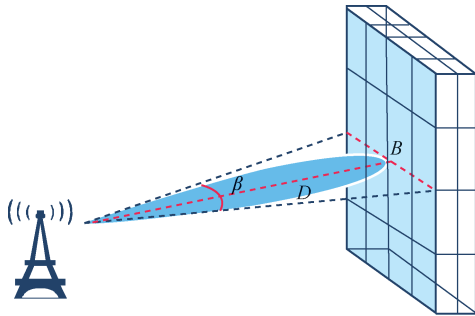


图 7 垂直波瓣宽度计算示意图

4) 调取权值库

Massive MIMO 天线实际是平面阵，方向图由单元方向图和阵因子决定。平面阵原理示意图如图 8 所示，每个阵元分布于矩形栅格的节点上，并且沿 x 轴方向排列的阵元间距为 d_x ，沿 y 轴方向排列的阵元间距为 d_y 。假设阵元总数为 $2M \times 2N$ ，坐标原点 O 为阵列天线的相位中心， x 方向的阵元编号为 m ($m = -M, -M+1, \dots, M-1, M$)， y 方向阵元的编号为 n ($n = -N, -N+1, \dots, N-1, N$)，则阵元 (m, n) 的分布位置为 (md_x, nd_y) 。

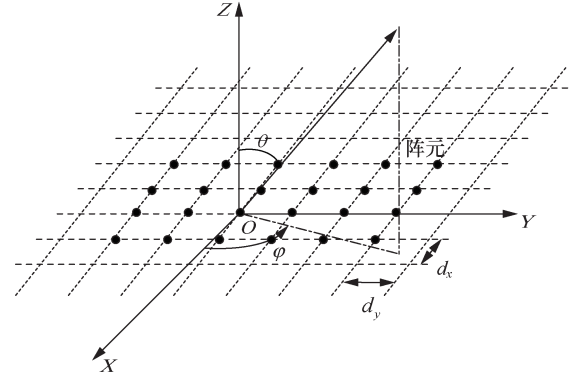


图 8 平面阵原理示意图

忽略阵元之间的耦合效应，并假设阵元 (m, n) 的激励为 $A_{mn} e^{j(m\phi_{xs} + n\phi_{ys})}$ ，则该阵列天线的远区辐射总场为

$$\bar{E}_{\text{tot}}(\theta, \varphi) = f_0(\theta, \varphi) \cdot AF \quad (3)$$

在式(3)中， $f_0(\theta, \varphi)$ 为阵元的方向图函数，阵列因子 AF 为

$$AF = \sum_{m=-M}^M \sum_{n=-N}^N A_{mn} e^{j[m(\phi_x + \phi_{xs}) + n(\phi_y + \phi_{ys})]} \quad (4)$$

其中， $\phi_y = kd_y \sin \theta \sin \varphi$ ， $k = 2\pi/\lambda$ 。当每行(列)阵元的激励幅度分布规律均相同时，即 $\frac{A_{mn}}{A_{m0}} = \frac{A_{0n}}{A_{00}}$ ，并假设 $A_{00} = 1$ ，则有 $A_{mn} = A_{m0} A_{0n}$ ，阵因子可化简为

$$AF = \sum_{m=-M}^M A_{m0} e^{jm(\phi_x + \phi_{xs})} g \sum_{n=-N}^N A_{0n} e^{jn(\phi_y + \phi_{ys})} = AF_x g AF_y \quad (5)$$

即在阵元激励可分离的前提下，矩形平面阵列天线的阵因子可分解成两个直线阵因子的乘积，从而使方向图综合问题简化为一维的直线阵列综合。

Massive MIMO 硬件设备（阵子数量、阵间距）决定了单元方向图，通过调整权值即阵因子改变方向图。通过步骤 3 初步判断方向图水平波瓣宽度和垂直波瓣宽度，基于式(5)调取满足对应波瓣宽度的权值，将权值库中满足条件的权值组作为备选权值。

5) 迭代分析最优权值

基于步骤 4 迭代分析每组权值对应的网络 KPI，包括吞吐量、掉线率等，选择 KPI 最优的权值为最终权值配置。

4 结束语

天线工参是网络规划和优化的基准，通过物联网方式实现工参远程获取，不仅提供了天线设备状

态监控的手段,也为 5G Massive MIMO 波束智能化调整提供了前提。本文重点介绍了基于物联网的天线工参感知关键技术,在此基础上提出了面向 5G Massive MIMO 的智能化应用,基于物联网方式的工参感知将为 5G 网络运维智能化提升奠定基础。

参考文献:

- [1] 朱雪田, 李艳芬. 面向 5G 大规模天线参数感知模组的研究[J]. 电信技术, 2019, 538(1): 27-31.
ZHU X T, LI Y F. Research on the parameter sensing module of 5G large-scale antenna[J]. Telecommunications Technology, 2019, 538(1): 27-31.
- [2] AISG version 2.0: control interface for antenna line devices[S]. 2016.
- [3] AISG extension: remote EAntenna extension standard[S]. 2013.
- [4] 马泽峰, 潘培峰, 宋拟, 等. 方位角测量装置、天线、方位角测量系统及测量方法[P]. 中国: 201610407944. 2016.
MA Z F, PAN P F, SONG N, et al. Azimuth measuring device, antenna, azimuth measuring system and measuring method[P]. China: 201610407944. 2016.
- [5] AFIF O, JOSE F M, PATRICK M. 5G 移动无线通信技术[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2017.
AFIF O, JOSE F M, PATRICK M. 5G Mobile and Wireless Communications Technology[M]. Beijing: Posts & Telecom Press Co., Ltd., 2017.

- [6] NOH H, KIM Y, LEE J, et al. Codebook design of generalized space shift keying for FDD Massive MIMO systems in spatially correlated channels[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2015, 64(2): 513-523.
- [7] 3GPP. Physical channels and modulation.V15.2.0[S]. 2018.
- [8] 3GPP. Physical layer procedures for control V15.2.0[S]. 2018.

[作者简介]



李艳芬(1983-),女,陕西咸阳人,中国电信股份有限公司智能网络与终端研究院工程师,主要研究方向为 5G 通信系统及关键技术、物联网。



朱雪田(1975-),男,山东泰安人,博士,中国电信股份有限公司智能网络与终端研究院教授级高工,主要研究方向为 5G 通信系统及关键技术、MEC 及其他新型网络技术和无线技术。

物联网学报

2019年(第3卷)总目次

前沿与综述

	期	页码
物联网对能源转型的支撑	1	(1)
空间信息网络与激光通信发展现状及趋势	2	(1)
用科学的网络安全观指导关键信息基础设施安全保护	3	(1)

理论与技术

一种基于深度学习的物联网信道状态信息获取算法	1	(8)
分簇认知物联网联合资源分配算法	1	(14)
基于移动热点共享的物联网激励机制研究	1	(20)
基于势博弈的负载已知超密集网络用户关联算法	1	(30)
物联网中双重非正交多址接入技术的性能分析	1	(37)
基于 WSN 和盲源分离的多目标识别方法研究	1	(45)
面向车辆多址接入边缘计算网络的任务协同计算迁移策略		
..... 乔冠华, 冷甦鹏, 刘浩, 黄开胜, 吴凡	1	(51)
工业物联网中的缓冲内存管理设计与实现	1	(60)
一种基于雾计算思想的私密性云存储方案	1	(65)
多用户移动边缘计算迁移的能量管理研究	1	(73)
小型化无透镜微流控片上生物成像检测	2	(9)
车联雾计算中的异构接入与资源分配算法研究	2	(20)
面向无源物联网的环境反向散射通信技术	2	(28)
数据驱动下基于感知频谱的物联网数据传输	2	(35)
基于深度强化学习的无人机自主部署及能效优化策略		
..... 周毅, 马晓勇, 郜富晓, 李伟, 承楠, 路宁	2	(47)
基于深度强化学习的物联网智能路由策略	2	(56)
一种能效优先的物联网任务协同迁移策略	2	(64)
高安全 G 函数算法研究	2	(72)
移动智能边缘计算激励机制研究	2	(80)
面向车联网的智能数据传输新方法	2	(89)
意图物联网	3	(5)
WSN 中基于流网络的 K 连通算法	3	(11)
基于自适应秩动态张量分析的短时交通流预测	3	(18)

基于双边拍卖的群智感知数据复用机制设计	江常坤, 高林	3	(26)
一种具有顽健性的无线数能网络的时隙资源分配和多用户选择算法 .....	.....杨佳雨, 胡杰, 冷甦鹏, 杨鲲	3	(34)
一种面向移动云计算的多目标任务卸载算法	宋富洪, 邢焕来, 潘炜	3	(41)
面向物联网的 Wi-Fi HaLow 技术研究	田乐, 胡宇翔, 韩伟涛	3	(50)
车辆间计算任务卸载算法与系统级仿真验证	曾启程, 孙宇璇, 周盛	3	(62)
基于空间特征的无线体域网人体姿态识别算法	金驰, 李志军, 孙大洋, 胡封晔	3	(70)
基于拟态防御原理的分布式多接入边缘计算研究	朱泓艺, 陆肖元, 李毅	3	(76)
基于需求预测的云无线接入网计算资源分配策略研究	王志朋, 曹斌, 张钦宇	4	(1)
矿山人员状态信息描述方法研究	冯仕民, 丁恩杰, 刘忠育, 俞啸, 孟磊, 赵志凯	4	(9)
面向毫米波无线接入网的数字型光载无线技术	叶佳, 罗健威, 郭仪, 潘炜	4	(17)
抗反射干扰的时间感知重传机制在物联网中的应用	罗涵, 刘宇泓, 张洪光, 章翀, 刘元安	4	(25)
工业物联网无线信道特性研究	李一倩, 刘留, 李慧婷, 张琨, 袁泽	4	(34)
无人机辅助的物联网通信技术及其应用	刘亚林, 戴弘宁, 王曲北剑	4	(48)
低功耗物联网 RTRS 算法	陈瑜晨, 曹渊, 张来鹏, 丁良辉, 杨峰	4	(56)
神经形态视觉传感器及其应用研究	桑永胜, 李仁昊, 李耀仟, 王蔷薇, 毛耀	4	(63)
智能网联汽车的安全威胁研究	荀毅杰, 刘家佳, 赵静	4	(72)
面向联合学习的 D2D 计算任务卸载	蔡晓然, 莫小鹏, 许杰	4	(82)

服务与应用

基于无人机的物联网无线通信的潜力与方法	宋庆恒, 郑福春	1	(82)
EdgeFlow 移动边缘计算在物联网中的应用研究	丛书畅, 姚超, 王鹏飞, 郑子杰, 宋令阳	1	(90)
智能穿戴设备基于动态模板匹配算法的 3D 手势识别	李云鹤	1	(97)
市政工程物联网建设现状和发展	强百详, 胡田力, 张炯	1	(106)
基于计算图的移动通信网络物联网业务覆盖优化算法及实现	王浩彬, 皇甫伟, 刘娅汐, 刘玮	2	(100)
基于蜂窝工业物联网的智能工厂解决方案 .....	.....龚淑蕾, 李堃, 童恩, 郭洪德, 周毅, 王晔, 丁飞	2	(108)
基于智慧公路的行人检测技术研究及实现	王云鹏, 罗渠元, 李长乐, 毛国强	3	(84)
面向事件驱动智能家居物联网系统的自动化配置、仿真与验证平台 .....	.....张秋萍, 王熙灶, 沈思远, 张时雨, 卜磊, 李宣东	3	(90)
柔性电子材料与器件的应用	于翠屏, 刘元安, 李杨柳, 郭霞	3	(102)
智慧教育方法探索: 手机游戏辅助研究教学 .....	.....盛浩, 阮利, 许可, 韩军, 熊璋, 高小鹏, 吕卫锋	4	(91)
低轨道卫星通信与物联网应用研究	刘洋, 魏锋, 崔树成, 王文剑	4	(101)
基于智能感知技术的用电事件识别方法研究	杨子元, 许晓斌, 李欣, 赵一萌	4	(109)
基于物联网的天线工参感知及创新应用研究	李艳芬, 朱雪田	4	(116)

Chinese Journal on Internet of Things

Contents List Vol.3 (2019)

Frontier and Comprehensive Review

	期	页码
Support of the Internet of things for energy transformation		
.....XUE Yusheng, ZHU Hongbo, WANG Qin, ZHAO Haitao	1	(1)
Development status and trend of space information network and laser communication		
.....JIANG Huilin, FU Qiang, ZHAO Yiwu, LIU Xianzhu	2	(1)
Guiding the security protection of critical information infrastructure with scientific network security concept		
.....LI Yangzhao, SHEN Changxiang, TIAN Nan	3	(1)

Theory and Technology

Channel state information acquisition algorithm based on deep learning for IoT		
.....LIAO Yong, YAO Haimei, HUA Yuanxiao	1	(8)
Joint resource allocation algorithm for clustering cognitive Internet of things		
.....LIU Xin	1	(14)
Research on incentive mechanism for IoT based on mobile hotspot sharing		
.....LIU Huaizhe, GAO Lin	1	(20)
Load-aware user association algorithm based on potential game theory for UDN with CoMP		
.....YU Jia, LIANG Yachao, GU Shushi, WANG Ye	1	(30)
Performance analysis of dual non-orthogonal multiple access technology in the Internet of things		
.....LI Dongbo, JIA Min, GUO Qing, GU Xuemai, LIU Xiaofeng	1	(37)
Research on multi-target recognition method based on WSN and blind source separation		
.....HE Pengju, LIU Gangyi, LIU Siyi	1	(45)
Task collaborative offloading scheme in vehicle multi-access edge computing network		
.....QIAO Guanhua, LENG Supeng, LIU Hao, HUANG Kaisheng, WU Fan	1	(51)
Design and implementation of buffer memory management in industrial Internet of things		
.....WU Chao, WANG Chengqun, ZHU Shenghong, XU Weiqiang, JIA Yubo	1	(60)
Privacy cloud storage scheme based on fog computing		
.....ZHOU Jiyuan, LUO Hao, QIU Lei, WANG Tian	1	(65)
Research on energy management of multi-user mobile edge computing offloading		
.....WANG Luyao, ZHANG Wenqian, ZHANG Guanglin	1	(73)
Miniaturized lensless microfluidic on-chip bio-imaging detection		
.....CHEN Jin, HUANG Xiwei, LI Yangbo, LIU Jixuan, SUN Lingling	2	(9)
Research on heterogeneous radio access and resource allocation algorithm in vehicular fog computing		
.....XIONG Kai, LENG Supeng, ZHANG Ke, LIU Hao	2	(20)
Ambient backscatter communications technology for batteryless IoT		
.....TAO Qin, ZHONG Caijun, ZHANG Zhaoyang	2	(28)
Data-driven data transmission of the Internet of things based on sensing spectrum		
.....LI Xuanheng, SUN Yi, WANG Jie, ZHANG Haixia	2	(35)
Autonomous deployment and energy efficiency optimization strategy of UAV based on deep reinforcement learning		
.....ZHOU Yi, MA Xiaoyong, GAO Fuxiao, LI Wei, CHENG Nan, LU Ning	2	(47)
Intelligent routing strategy in the Internet of things based on deep reinforcement learning		
.....DING Ruijin, GAO Feifei, XING Ling	2	(56)
Energy efficiency priority IoT task collaborative migration strategy		
.....ZHOU Longyu, YANG Ning, QIAO Guanhua, ZHANG Ke, ZHENG Qilin	2	(64)
Research on high security G function algorithm		
.....CHEN Rui, LI Zan, SHI Jia, GUAN Lei	2	(72)
Research on incentive mechanism for mobile intelligent edge computing		
.....LUO Shuyun, WEN Yuzhou, XU Weiqiang, ZHU Shenghong	2	(80)
New method of intelligent data transmission for IoV		
.....ZHANG Degan, ZHAO Pengzhen, GAO Jinxin, ZHANG Ting, GONG Changle	2	(89)
Intent driven Internet of things		
.....ZHANG Jiaming, YANG Chungang, PANG Lei, LI Jiandong	3	(5)
K connectivity algorithm based on flow network in wireless sensor networks		
.....HU Jie, ZHAN Jie, REN Baoquan	3	(11)
Short-term traffic flow prediction based on adaptive rank dynamic tensor analysis		
.....HE Lingchao, LIN Dong, FENG Xinxin	3	(18)

Mechanism design for crowd sensing with data reuse based on two-sided auction	<i>JIANG Changkun, GAO Lin</i>	3	(26)
Robust time resource allocation and multi-user selection algorithm for data and energy integrated communication network	<i>YANG Jiayu, HU Jie, LENG Supeng, YANG Kun</i>	3	(34)
Multi-objective task offloading algorithm for mobile cloud computing	<i>SONG Fuhong, XING Huanlai, PAN Wei</i>	3	(41)
Research on Wi-Fi HaLow for the Internet of things	<i>TIAN Le, HU Yuxiang, HAN Weitao</i>	3	(50)
Computation task offloading algorithm and system level simulation for vehicles	<i>ZENG Qicheng, SUN Yuxuan, ZHOU Sheng</i>	3	(62)
Human activity recognition algorithm based on the spatial feature for WBAN	<i>JIN Chi, LI Zhijun, SUN Dayang, HU Fengye</i>	3	(70)
Research on distributed multi-access edge computing based on mimic defense theory	<i>ZHU Hongyi, LU Xiaoyuan, LI Yi</i>	3	(76)
Research on computing resource allocation strategy for cloud radio access network based on demand forecasting	<i>WANG Zhipeng, CAO Bin, ZHANG Qinyu</i>	4	(1)
Research on methods of workers' context description in mines	<i>FENG Shimin, DING Enjie, LIU Zhongyu, YU Xiao, MENG Lei, ZHAO Zhikai</i>	4	(9)
Digital radio over fiber transmission technique for millimeter-wave radio access network	<i>YE Jia, LUO Jianwei, GUO Yi, PAN Wei</i>	4	(17)
Application of time-aware retransmission against reflection signal interferences in Internet of things	<i>LUO Han, LIU Yuhong, ZHANG Hongguang, ZHANG Chong, LIU Yuan'an</i>	4	(25)
Research on characteristics of industrial IoT wireless channel	<i>LI Yiqian, LIU Liu, LI Huiting, ZHANG Kun, YUAN Ze</i>	4	(34)
Unmanned aerial vehicle enabled communication technologies and applications for Internet of things	<i>LIU Yalin, DAI Hongning, WANG Qubeijian</i>	4	(48)
RTRS algorithm in low-power Internet of things	<i>CHEN Yuchen, CAO Yuan, ZHANG Laipeng, DING Lianghai, YANG Feng</i>	4	(56)
Research on neuromorphic vision sensor and its applications	<i>SANG Yongsheng, LI Renhao, LI Yaoqian, WANG Qiangwei, MAO Yao</i>	4	(63)
Research on security threat of intelligent connected vehicle	<i>XUN Yijie, LIU Jiajia, ZHAO Jing</i>	4	(72)
D2D computation task offloading for efficient federated learning	<i>CAI Xiaoran, MO Xiaopeng, XU Jie</i>	4	(82)

Service and Application

Potential and methods of wireless communications for Internet of things based on UAV	<i>SONG Qingheng, ZHENG Fuchun</i>	1	(82)
Application of EdgeFlow mobile edge computing in Internet of things	<i>CONG Shuchang, YAO Chao, WANG Pengfei, ZHENG Zijie, SONG Lingyang</i>	1	(90)
3D gesture recognition based on dynamic template matching algorithm for intelligent wearable devices	<i>LI Yunhe</i>	1	(97)
Current situation and development of municipal engineering Internet of things construction	<i>QIANG Baixiang, HU Tianli, ZHANG Jiong</i>	1	(106)
Coverage optimization algorithm and implementation based on computational graph for mobile communication network and IoT service	<i>WANG Haobin, HUANGFU Wei, LIU Yaxi, LIU Wei</i>	2	(100)
Smart factory solutions based on cellular industrial Internet of things	<i>GONG Shulei, LI Kun, TONG En, GUO Hongde, ZHOU Yi, WANG Ye, DING Fei</i>	2	(108)
Research and implementation of pedestrian detection technology based on smart road	<i>WANG Yunpeng, LUO Quyuan, LI Changle, MAO Guoqiang</i>	3	(84)
Automated configuration, simulation and verification platform for event-driven home automation IoT system	<i>ZHANG Qiuping, WANG Xizao, SHEN Siyuan, ZHANG Shiyu, BU Lei, LI Xuandong</i>	3	(90)
Application of flexible electronic materials and devices	<i>YU Cuiping, LIU Yuan'an, LI Yangliu, GUO Xia</i>	3	(102)
Exploration of intelligent education method: mobile game assisted research teaching	<i>SHENG Hao, RUAN Li, XU Ke, HAN Jun, XIONG Zhang, GAO Xiaopeng, LYU Weifeng</i>	4	(91)
Research on the application of LEO satellite communication and Internet of things	<i>LIU Yang, WEI Feng, CUI Shucheng, WANG Wenjian</i>	4	(101)
Research on appliance event detection method based on intelligent perception technology	<i>YANG Ziyuan, XU Xiaobin, LI Xin, ZHAO Yimeng</i>	4	(109)
Research on engineering parameter perception and innovation application based on Internet of things	<i>LI Yanfen, ZHU Xuetian</i>	4	(116)

《物联网学报》2020年专题 征稿启事

随着我国物联网产业的不断成熟，物联网相关技术和应用发展迅速。物联网与先进技术，如6G、云计算、人工智能、大数据等的深度融合，是工业物联网和智能制造的研究核心；物联网与传统行业，如医疗、交通、能源、生态、制造、农业等的融合也越来越密切。《物联网学报》秉承“服务科学发展，传播科学知识，促进科技创新，培养科技人才”的办刊宗旨，根据期刊内容定位，刊载物联网及相关交叉学科研究领域中具有创新性的基础理论、关键技术、研究热点及基础与应用研究成果的学术论文。

《物联网学报》也紧跟发展趋势，服务国家战略。“加快推动区块链技术和产业创新发展”，迈向“健康中国2030”，建设“交通强国”，坚持“绿水青山就是金山银山，生态优先、绿色发展”的理念，落实“智能制造2025”，加快推进信息化与工业化深度融合，发展工业互联网，推动新一代信息技术与实体经济结合。

为了更好地突出《物联网学报》的学科内容优势，聚焦行业新热点，便于读者查找和引用稿件，2020年期刊将以专题形式进行组稿。根据目前行业发展热点及物联网领域细分情况，设置了以下8个专题，每个专题分为多个不同方向（不限于），欢迎产学研各界的专家、学者进行投稿。

一、征稿范围

（一）物联网与6G（第1期）

1. 专题方向

- （1）面向6G的物联网关键问题与关键技术
- （2）面向6G的物联网架构
- （3）面向6G的物联网支撑技术
- （4）面向6G的物联网服务标准与技术
- （5）面向6G的物联网安全问题
- （6）面向6G的物联网应用案例
- （7）面向6G的大规模异构网络组网技术
- （8）6G的关键问题与关键技术
- （9）6G无线信道特性
- （10）6G无线传输关键技术

2. 时间安排

2020年1月15日前到稿，2月15日前审稿，3月出版。

（二）区块链赋能物联网（第2期）

1. 专题方向

- （1）基于区块链的物联网新型架构及应用
- （2）面向6G物联网的区块链实施机制
- （3）人工智能驱动的区块链技术
- （4）基于区块链的物联边缘智能
- （5）针对动态物联拓扑的区块链高效应用
- （6）物联环境下异构区块链的协同与融合

2. 时间安排

2020年3月20日前到稿，5月20日前审稿，6月出版。

3. 特邀编委

张彦，教授，挪威奥斯陆大学

金石，教授，东南大学

陈钟，教授，北京大学

张登银，研究员，南京邮电大学

曹建农，教授，香港理工大学

Victor C. M. Leung，教授，深圳大学

（三）智慧健康医疗（第2期）

1. 专题方向

- （1）医疗大数据技术研究
- （2）医学人工智能技术研究
- （3）医学信息标准化与信息安全技术研究
- （4）疾病智能服务体系研究
- （5）可穿戴设备在医疗方面的应用标准研究
- （6）区块链技术在医疗行业中的应用研究
- （7）医疗信息区域共享研究
- （8）5G技术在医疗卫生方面的理论及应用实践研究
- （9）其他与医疗卫生信息化建设、应用相关的内容

2. 时间安排

2020年3月20日前到稿，5月20日前审稿，6月出版。

（四）智能交通（第3期）

1. 专题方向

- （1）空地一体化网络体系架构下的智慧交通物联网体系结构
- （2）基于5G技术的智慧交通物联网设计方案
- （3）面向智慧交通物联网的高速移动通信理论
- （4）面向智慧交通物联网的V2V和V2I通信技术
- （5）面向智慧交通物联网的动态组网方案、路由协议和数据传输机制
- （6）面向智慧交通物联网的高动态网络接入理论与方法
- （7）面向智慧交通物联网的移动缓存理论与技术
- （8）面向智慧交通的移动边缘计算理论与技术
- （9）数据驱动的智慧交通物联网优化设计方法
- （10）人工智能在智慧交通物联网中的应用
- （11）智慧交通物联网中的海量实时数据传输理论与技术
- （12）基于智慧物联网的应用系统设计
- （13）基于交通场景感知和理解的物联网边缘智能

2. 时间安排

2020年6月15日前到稿，8月15日前审稿，9月出版。

(五) 物联网+能源 (第3期)

1. 专题方向

- (1) 能源领域物联网新型架构、平台及应用
- (2) 基于语义的工业信息描述方法及领域知识库构建
- (3) 新型传感技术与工业自治
- (4) 边缘计算、云计算及其融合在能源领域中的应用
- (5) 安全生产中设备的协同管控与智能调度方法与应用
- (6) 工业环境中安全状态预测预警方法

2. 时间安排

2020年6月15日前到稿,8月15日前审稿,9月出版。

3. 特邀编委

丁恩杰,教授,中国矿业大学

刘俊勇,教授,四川大学

王卫东,教授,北京邮电大学

张 达,研究员,北京矿冶研究院

刘统玉,教授,齐鲁工业大学

马文忠,教授,中国石油大学(华东)

(六) 智能制造 (第4期)

1. 专题方向

- (1) 5G与智能制造
- (2) 物联网与智能制造
- (3) 智能制造中物联网安全
- (4) 云计算与智能制造
- (5) 边缘计算与边缘智能
- (6) 其他相关领域

2. 时间安排

2020年9月15日前到稿,11月15日前审稿,12月出版。

3. 特邀编委

姜 斌,教授,南京航空航天大学

丁进良,教授,东北大学

阳春华,教授,中南大学

杜文莉,教授,华东理工大学

刘 飞,教授,江南大学

陈积明,教授,浙江大学

(七) 智慧生态 (第4期)

1. 专题方向

- (1) 江河湖海的水质监测技术
- (2) 大气污染物监测技术
- (3) 荒漠化监测预警
- (4) 智慧生态农业相关技术
- (5) 地震监测预警与风险防范
- (6) 地质灾害快速识别与风险防范
- (7) 气象监测预警与风险防范
- (8) 水旱灾害监测预警与风险防范
- (9) 智慧生态所需的通信技术
- (10) 智慧生态背景下的物联网相关理论研究
- (11) 其他与智慧生态相关的理论及技术

2. 时间安排

2020年9月15日前到稿,11月15日前审稿,12月出版。

3. 特邀编委

魏佳华,教授、长江学者,青海大学

赵小强,教授,西安邮电大学

窦银科,教授,太原理工大学

柯熙政,教授,西安理工大学

李士宁,教授,西北工业大学

郝占军,教授,西北师范大学

伍忠东,教授,兰州交通大学

黎锁平,教授,兰州理工大学

(八) 智慧农业 (第4期)

1. 专题方向

- (1) 农业精准感知
- (2) 农业精确诊断与调控
- (3) 农业精准控制与智能决策
- (4) 食品安全检测与溯源
- (5) 农业传感器与智能装备
- (6) 农业大数据与人工智能
- (7) 农业电子商务
- (8) 农业休闲旅游
- (9) 农业信息服务

2. 时间安排

2020年9月15日前到稿,11月15日前审稿,12月出版。

二、征文要求

1. 论文属于作者的原创性科研成果,数据真实可靠,具有重要的学术价值与推广应用价值,未在国内外公开发行的刊物或会议上发表或宣读过,也不在其他刊物或会议的审稿过程中,不存在一稿多投问题。作者在投稿时,需向编辑部提交投稿声明。

2. 论文正文用中文撰写,论文包含中英文的标题、作者信息(姓名、单位、所在省市和邮编)、摘要、关键词、基金项目(名称和编号)和参考文献。

3. 论文需附所有作者的个人简介(姓名、出生年、性别、籍贯、民族(汉族不写)、学位、工作单位、职称、职务、研究方向)和彩色清晰照片,以及通信作者的联系地址、电话或手机及E-mail地址。

4. 论文请通过《物联网学报》期刊网站(<http://www.wlwx.com.cn>)进行投稿,并注明所投的专题名称(否则按自由来稿处理)。暂不支持其他投稿方式,投稿须知及文稿模板请参见网站说明。

5. 《物联网学报》已引入知网查重系统,所投论文与已发表论文(包括硕博学位论文)的文字重复率不超过20%。

6. 支持知网网络首发,到稿早的稿件可以不受出版日期的限制,先进行网络首发。希望各位投稿者尽早到稿。

三、联系方式

通信地址:北京市丰台区成寿寺路11号邮电出版大厦8层《物联网学报》编辑部 邮政编码:100078

联系电话:010-81055683,010-81055483,010-81055691

官方网站:<http://www.wlwx.com.cn> 电子邮箱:wlwx@bjxintong.com.cn