



编者按

随着 5G 商用的快速发展和逐步成熟, 全球各国及各研究组织开始对 6G 的愿景、需求、关键技术等进行探索工作. 传统 1G~5G 的通信系统主要工作在 Sub-6 GHz 以下. 由于实际天线阵列部署的约束, 运营商对天线阵列的尺寸有一定的限制. 因此, 根据远近场瑞利 (Rayleigh) 距离计算公式, 工作在低频段下的天线阵列大多工作在远场范围内. 然而, 为了满足未来 6G 的超高传输速率和低时延等需求, 6G 通信系统将向高频段和超大阵列方向演进, 其中高频段包括毫米波、太赫兹等, 超大阵列包括可重构智能超表面、超大规模天线阵列和无蜂窝大规模阵列等. 这种架构将使得瑞利距离得到极大的拓展, 原本属于远场范围的用户将处于近场球面波范围内. 该范式转变将给空口传输设计带来机遇和挑战. 一方面, 近场信道可以从传统远场的角度维度进一步拓展到同时包括角度维度和距离维度, 因而可以进一步支持更多用户的接入; 另一方面, 从感知定位角度, 近场信道中每个阵列元素到用户的电磁波不再是平面波, 因而可以将天线单元近似认为是一个定位参考点, 从而进一步提高感知定位精度. 虽然近场信道可以带来通信和感知方面的性能增益, 其在空口传输设计方面存在诸多技术挑战, 包括低开销的信道估计以及低复杂度的波束成形设计等.

为进一步推动近场通信和感知技术的发展, 及时报道我国学者在该领域的最新研究成果, 《中国科学: 信息科学》在 2025 年 55 卷第 6 期组织出版“近场通信与感知”专题, 经过高质量、高效率的同行评议, 共录用 6 篇学术论文, 涵盖近场电磁理论、近场信道测量与验证、近场信道估计、近场信道的应用等.

在近场通信的基础理论方面, 文章“面向 6G 的近场通信与感知理论与方法”从经典电磁信息论入手, 分析超大规模 3D MIMO 技术带来的新电磁效应, 并刻画基于近场球面波前的信道模型与信道容量, 然后介绍了基于该信道模型的关键空口方案, 包括波束训练、混合预编码和联合目标检测与信道估计.

在近场信道测量与建模方面, 文章“室内 260~400 GHz 太赫兹大规模 MIMO 近场通信信道测量、特性分析及建模”开展了典型会议室场景下 260~400 GHz 高频段大带宽的 128 根虚拟大规模天线阵列的近场通信信道测量活动, 阐述了测量系统的校准原理, 全面分析了太赫兹室内信道特性, 包括多径特性、多天线阵列轴上非平稳特性以及近场相位特性等, 验证了近场球面波和空间非平稳信道特性.

在近场信道估计方面, 文章“超大规模 MIMO 系统混合场信道估计”针对超大规模 MIMO 系统的混合场信道估计问题, 提出了一种基于远近场路径分量分离的牛顿化正交匹配追踪算法, 该算法能够在缺乏信道远近场路径分量比例先验信息的条件下, 仍获取高效的信道估计结果. 文章“双模态离散 RIS 辅助的分布式低开销近场通感方法”, 针对可重构智能超表面辅助的通信系统中面临着信道估计开销量大的难题, 建立了基于菲涅尔 (Fresnel) 衍射理论的非涅尔椭圆模型, 分别设计了双模态智能反射面模型并提出低开销的通感一体化帧结构及分布式通感算法.

在近场信道的应用方面, 文章“信道信息与移动轨迹深度融合的机器人近场感知定位技术”融合多天线信道状态信息和机器人的运动轨迹, 为移动机器人开发了一种新型近场感知架构, 仅需单个接

引用格式: 朱鹏程, 潘存华, 张建华, 等. 近场通信与感知专题编者按. 中国科学: 信息科学, 2025, 55: 1255–1256, doi: 10.1360/SSI-2025-0226

入点就能实现高精度定位,并且搭建了一个基于移动机器人和商用 WiFi 的原型实验验证系统.文章“近场联合成像与通信系统的波束成形设计”提出了一种新颖的近场联合成像与通信系统,通过优化波束刻画近场成像与通信直接的性能折中关系.

由于篇幅和时间有限,我们未能将所有优秀的工作收录在本专题中.在此,我们衷心感谢各位作者及其团队为本专题撰写高质量的稿件,也要特别感谢匿名审稿专家们对稿件的仔细评审,以及编委会和编辑部的大力支持和帮助.我们希望本专题的出版能够为相关领域的研究者提供宝贵的技术参考,并激发更多的探索和研究.我们期待这些工作能够为推动近场通信和感知的发展贡献一份力量,为构建面向未来 6G 通信系统作出积极的贡献.

特约编辑: 朱鹏程 东南大学
潘存华 东南大学
张建华 北京邮电大学
戴凌龙 清华大学
游昌盛 南方科技大学