

语义通信： 未来通信系统的智简之道



◎ 张平/中国工程院院士、本刊编委



随着5G商业化的加速，6G逐渐成为全球各国着力部署的方向。面向2030年及未来，人类社会将进入智能化时代。社会服务均衡化、高端化，社会治理科学化、精准化，社会发展绿色化、节能化将成为未来社会的发展趋势。从移动互联、万物互联，到万物智联，6G将实现从服务于人、人与物，到支撑智能体高效联接的跃迁。通过人-机-物-智慧的全面互联、协同共生，6G将满足经济社会高质量发展需求，服务智慧化生产与生活，助力人类走进虚拟与现实深度融合的全新时代，最终实现“万物智联、数字孪生”的美好愿景。

遵循移动通信产业“用一代、做一代、看一代”的发展规律，6G的研究率先在学术界展开。全球通信技术发达的国家和地区，如美国、欧盟、中国、日本和韩国等都出台了相应的6G研发政策，并推出了一系列举措。

近年来，在中国政府的大力推动和支持下，在国家中长期发展的战略需求驱动下，为保持并扩大中国5G的领先优势，中国正在积极探索6G自主创新的技术路线。

6G网络有望将人和拥有不同智能程度的机器相互连接起来，使得人-机-物-智慧4类通信对象之间产生大量不同形态的数据。由于各种对象之间的通信不再仅是比特数据的传输，语义和有效性成为“万物智联”不可忽视的重要因素。与语法通信不同，语义通信泛指在不同的智能体间进行以“达意”为目标的通信，其核心在于将语义在通信双方之间的准确传递设为目标。与传统语法通信不同，语义通信并不要求信息的大量符号级准确传递，而是关注发送端输入的语义信息与接收端恢复出的语义信息之间的匹配，通过减少信息交流和理解的时间，提升通信节点协作的效能。这项技术被学者认为有望突破基于经典信息论的通信系统传输瓶颈，解决基于数据的移动通信系统中存在的人机不兼容、难

互通等问题，最终实现“万物智联”。

在语义通信基础理论和关键技术方面，目前我们已做了大量的原创性研究，并取得了令人鼓舞的成果。其中，针对语义通信的全新架构，我们提出模型驱动的智简通信系统；通过设计新型智简发射机与接收机，实现模型构建、信源信道编码一体化能力及信源信息的高效重建、恢复。针对利用终端的智慧能力，将模型作为智简信息传输的核心方式，我们提出了面向智简通信系统的云-边-端协同模型部署与传输方案；基于模型分割、剪枝、蒸馏等技术，提出了智简模型的切分技术，通过安全高效的模型传输机制，为6G终端提供“定制化”智简模型，实现了智简模型灵活增强与高效能传输，并在无人系统、智能电网、视频应用和高轨卫星等场景开展了试验验证，试验结果得到学术界和产业界的共同认可。

我们创新性地提出了模分多址技术（MDMA）。MDMA可解释为将语义特征作为用户专用的地址码，即用语义特征区分用户。传统多址技术考虑时、频、功、空等物理资源来实现多用户区分，而模分多址是从更高信息维度上利用了信源语义域特征实现多用户的区分。理论分析与仿真结果均证实了MDMA技术的诸多优势，也受到了全球学术界及产业界的极大关注。MDMA可以促进通信与智能的全面融合，突破传统代际更迭，推动通信系统的范式跃迁和历史性变革。

通过在5G时代形成的行业、产业、生态联盟等优势，6G仍需凝聚产学研用各方优势，形成合力，从而强化6G关键技术赋能传统产业转型升级。

1G—3G移动通信技术由欧美发达国家提出并长期主导，特别是在多址、编码等核心技术层面。这使得中国一直处于技术围堵和利益压榨的困境。目前，中国6G核心技术攻关和标准研发制定等面临新的机遇和挑战。5G发展经验与教训将为6G演进奠定坚实基础，未来6G将利用语义带来信息利用的跃迁、将智简作为未来通信和网络发展的准则、将MDMA作为未来6G网络的智简新空口技术来驱动移动通信系统的范式演进，从而实现人-机-物-智慧互联及更深层次

DOI: 10.12142/ZTETJ.202401001

收稿日期: 2023-12-18