

# 融合 AI 大模型的 6G 通信网络专题简介

许威<sup>1</sup>, 杨照辉<sup>2\*</sup>, 黄凯斌<sup>3</sup>, 秦志金<sup>4</sup>, 崔原豪<sup>5</sup>, Kai-Kit WONG<sup>6</sup>,  
Mérrouane DEBBAH<sup>7</sup>

1. 东南大学, 南京 211189, 中国

2. 浙江大学, 杭州 310027, 中国

3. 香港大学, 香港 999077, 中国

4. 清华大学, 北京 100084, 中国

5. 北京邮电大学, 北京 100876, 中国

6. University College London, London WC1H 0AW1, UK

7. Khalifa University, Abu Dhabi 127788, UAE

\* 通信作者. E-mail: yang\_zhaohui@zju.edu.cn

大型语言模型 (large language model, LLM) 和更广泛的生成式人工智能 (artificial intelligence generative content, AIGC) 等的快速发展催发了不同行业的变革. LLM 以其在理解、生成和操作人类语言方面的熟练程度而闻名, 代表了 AIGC 技术的一个重要发展. 虽然 LLM 越来越多地用于从客户支持系统到高级研究方法的应用, 但 AIGC 包含更广泛的 AI 生成内容, 比如图像、音频和视频. 将通信问题与 AIGC 等大模型相结合, 可以开辟出新颖的应用场景.

为了展示 AI 大模型与 6G 的最新研究进展, *SCIENCE CHINA Information Sciences* 在 2025 年 68 卷第 7 期出版了“融合 AI 大模型的 6G 通信网络专题” (Special Topic: Integration of Large AI Model and 6G), 深入地探讨了边缘通信、学习和大模型的最新进展的研究现状及创新成果. 经过仔细评审, 本专题共收录 9 篇文章. 我们将这些新的研究成果呈现给读者, 以期推动该领域的研究进入新的阶段.

在分布式无线网络中, 安全性和可持续通信资源限制了大模型的部署. 综述 “On privacy,

security, and trustworthiness in distributed wireless large AI models” 全面概述了分布式无线大模型的隐私、安全性和可信性问题. 特别是, 首先对分布式无线大模型的隐私和安全性进行了详细分析, 探讨了分布式无线大模型中隐私和安全性的分类及理论. 随后, 描述了实施分布式无线大模型的可信性和伦理问题. 最后, 在电磁信号处理的背景下, 展示了分布式无线大模型的广泛应用.

关于无线大模型在无线通信领域的研究进展, 观点文章 “Towards wireless native big AI model: the mission and approach differ from large language model” 评估了当前的研究现状, 从多个层面分析和比较了语言大模型与无线大模型之间的差异, 包括科学基础、核心用途和技术细节. 进一步强调了以无线原生方式发展无线大模型技术的必要性及其科学意义, 以及在具体技术实现中需要考虑的新问题. 最后, 通过结合语言模型的演进规律与无线系统的特殊性, 为如何开发无线原生的无线大模型提供了若干具有指导意义的方法论.

关于边缘大模型方面, 论文 “FAS-assisted federated learning over wireless communication

引用格式: 许威, 杨照辉, 黄凯斌, 等. 融合 AI 大模型的 6G 通信网络专题简介. 中国科学: 信息科学, 2025, 55: 2079–2080, doi: 10.1360/SSI-2025-0335

Xu W, Yang Z H, Huang K B, et al. Special topic: integration of large AI model and 6G. *Sci Sin Inform*, 2025, 55: 2079–2080, doi: 10.1360/SSI-2025-0335

systems”研究了在多用户流体天线系统中实现联邦学习的能量效率问题,通过联合优化学习精度、发射功率、天线位置和基站接收器来最小化总能耗.提出了一种迭代算法,以获得问题的次优解.仿真结果验证了该算法的有效性,并展示了流体天线相较于传统固定位置天线技术的优势.将边缘大模型和卫星相结合,卫星边缘大模型涉及训练(即微调)和推理两个阶段,其中关键挑战在于开发计算任务分解原则,以支持在资源受限且拓扑结构时变的太空网络中实现可扩展的大模型部署.综述“Satellite edge artificial intelligence with large models: architectures and technologies”提出了一种卫星联邦微调架构,将大模型模块拆分并部署在太空和地面网络中,以实现高效的大模型微调.具体介绍了一种微服务赋能的卫星边缘大模型推理架构,将大模型组件虚拟化为轻量级微服务,以适应多任务多模态推理需求.最后,探讨了提升卫星边缘大模型可扩展性的未来方向,包括面向任务的通信、类脑计算以及卫星边缘 AI 网络优化.

尝试将大语言模型与射频指纹识别技术相结合,论文“Let RFF do the talking: large language model enabled lightweight RFFI for 6G edge intelligence”研究了一个户外长距离边缘智能网络场景,其中射频指纹识别模型需要轻量化,且边缘数据不足且标签有限.为了解决上述问题,提出了一种基于 BERT 的轻量化射频指纹识别框架,以增强零信任边缘物联网的安全性.

关于信道的研究,论文“Enhanced channel estimation for near-field IRS-aided multi-user MIMO system via a large deep residual network”研究了智能反射面辅助的近场多用户通信中的信道估计问题.论文设计了一种基于卷积神经网络的用户区域分类器,并为了充分发挥深度残差网络在去噪中的潜力,将信道估计重新定义为去噪任务,并提出了一种基于卷积神经网络近场信道估计网络.

在高移动性车载网络中,由于高速车辆运动和复杂传播环境导致的显著多普勒效应和快速信道

变化,实现精确的车载信道预测具有挑战性.论文“Large AI model for delay-Doppler domain channel prediction in 6G OTFS-based vehicular networks”提出了一种新颖的延迟-多普勒(DD)域信道预测框架,专门针对高移动性车载网络.通过将信道转换到 DD 域,获得了一种直观、稀疏且稳定的描述,这种描述与底层物理传播过程紧密契合,从而有效地将复杂的车载信道简化为一组具有增强可预测性的时间序列参数.利用大模型来预测这些 DD 域时间序列参数,充分发挥其在建模时间方面的先进能力.预训练的大型的零样本能力使得无需任务特定训练即可实现准确的信道预测,而在特定车载信道数据上的微调则进一步提高了预测精度.

6G 驱动的车载元宇宙正在通过超低延迟和高带宽连接整合沉浸式实时车载服务,从而变革汽车行业.论文“Diffusion-based auction mechanism for efficient resource management in 6G-enabled vehicular metaverses”提出了一种基于学习的改进第二价格拍卖机制,通过考虑车辆数字孪生任务的延迟和准确性,优化地面基站与无人机之间的资源分配;并设计了一种基于扩散的强化学习算法,以优化价格缩放因子,最大化资源提供者的总剩余并最小化车辆数字孪生任务延迟.

此外,在车联网通信中,由于车辆环境的动态特性以及固有的反馈和处理延迟,实现完美的发射端信道状态信息通常是不切实际的.为了解决这一挑战,论文“Personalizing rate-splitting in vehicular communication via large multi-modal model”提出了一种新颖的基于道路几何感知的预测性波束成形设计,适用于支持速率拆分多址接入的车联网通信.所提方法设计了一种基于速率拆分多址接入的大型多模态模型,以增强复杂车联网交通系统中的公平性和鲁棒性.

以上是本专题收录的全部文章,衷心感谢所有撰稿作者,并诚挚感谢所有匿名审稿人对稿件及时且细致的评审工作.