

# 第十二届电子科技大学国际青年学者论坛

李元健

南洋理工大学（新加坡）博士后研究员  
伦敦国王学院（英国）博士

2024年12月23日



## 个人基本情况

- 现任南洋理工大学（新加坡）计算机网络与通信实验室 博士后研究员。
- 2022 年 12 月在伦敦国王学院（英国）获得博士学位，导师为：
  - *A. Hamid Aghvami* 教授（英国皇家工程院院士、IEEE 终身会士、IET 会士）
  - *Oswaldo Simeone* 教授（IEEE 会士、IET 会士）

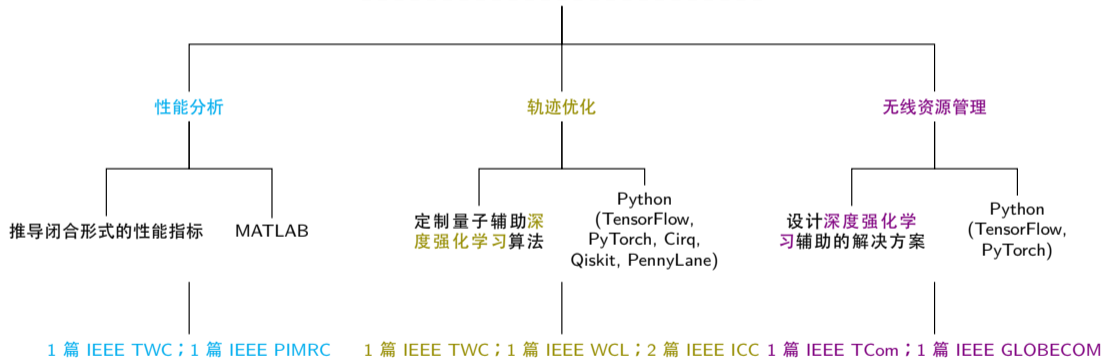
## 研究专长和兴趣

### 下一代无线通信网络和人工智能的交叉领域

- 智能物联网
- 多接入边缘计算
- 深度强化学习赋能的通感算一体资源管理
- 基于无人机的低空非地面通信
- 模型驱动机器学习辅助和压缩感知支持的超大规模天线阵列太赫兹信道估计

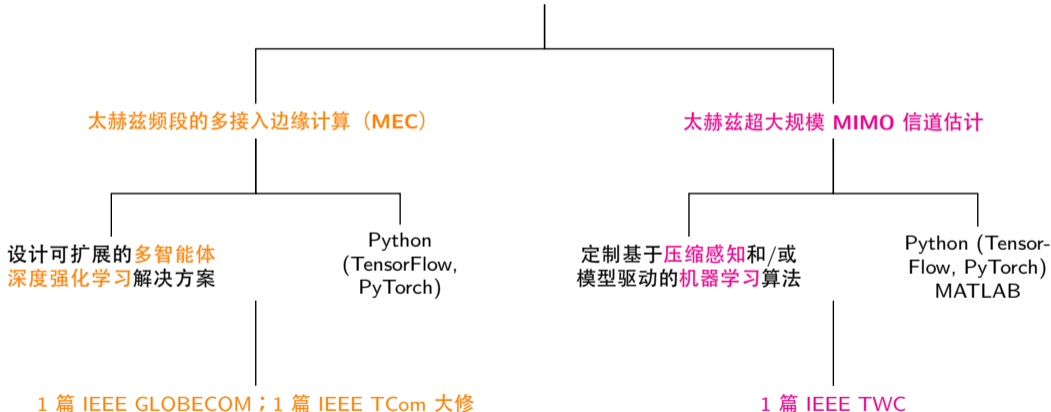
# 围绕研究方向开展的主要工作

## 人工智能和低空无人机辅助网络

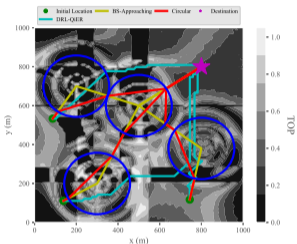
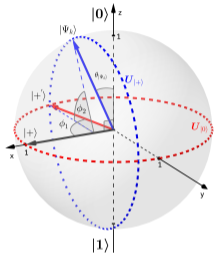


# 围绕研究方向开展的主要工作

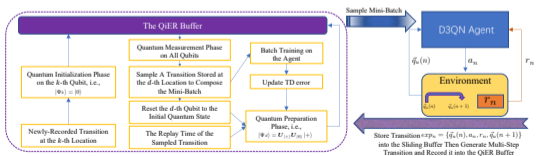
## 用于 6G 网络的混合太赫兹/自由空间光通信 (THz/FSO)



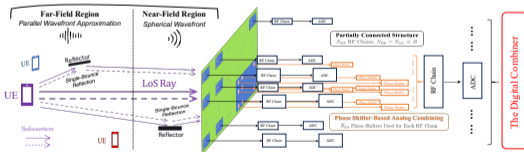
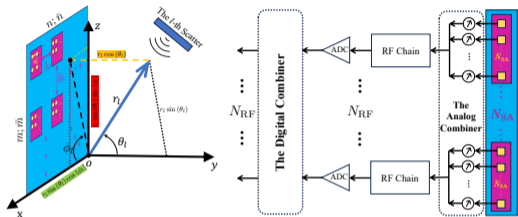
# 主要学术贡献一：开创性的量子启发式深度强化学习框架



- 为无人机辅助无线网络设计了**首批**量子辅助深度强化学习算法。
- 结合量子计算，提出了**开创性**的量子启发式深度强化学习框架。从智能体的动作选择策略和经验回放策略出发，有效**提升**传统深度强化学习算法的训练效率。
- 应用于低空无人网络的轨迹优化场景，实现高质量的无线传输。
- 发表于顶尖期刊 IEEE TWC、权威期刊 IEEE WCL、旗舰会议 IEEE ICC。
- 此工作被引用次数 110+，含多名 IEEE 会士。

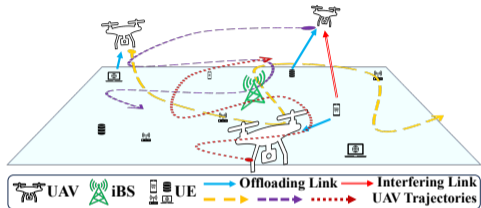


## 主要学术贡献二：低复杂度的超大规模天线阵列太赫兹传输系统信道估计算法

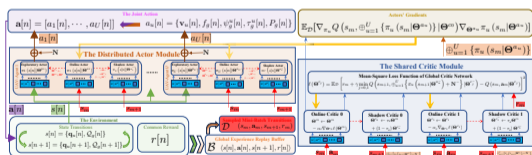


- 考虑了混合远近场辐射特性，构建了符合实际的传输模型。
- 考虑到信道稀疏性和混合场通信特性，设计了字典学习算法。
- 设计了贝叶斯学习使能的和模型驱动机器学习深度展开使能的信道估计算法。
- 实现了低复杂度的、高可靠性的信道估计性能。解决了困扰超大规模天线太赫兹系统信道估计复杂度过高难以在现实中部署的难题。
- 发表于顶尖期刊 IEEE TWC。

# 主要学术贡献三：多无人机多用户多接入边缘计算系统的能量效率优化算法

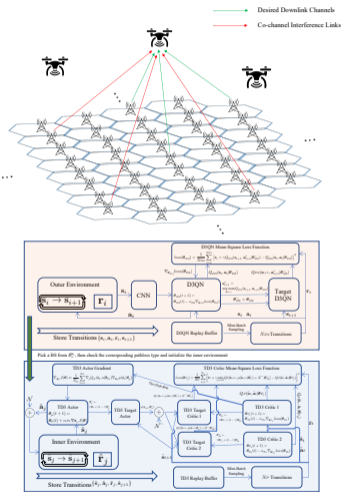


- 针对高不确定性、极不稳定的多无人机多用户多接入边缘计算场景，**设计**了多智能体深度强化学习使能的能量效率最大化解方案。
- 创新性地引入模块化输入系统**解决**高纬度灾难和被扰乱的智能体**解决**欠探索问题，**实现**了可拓展的、高效的通信和计算一体优化。
- 在修于顶尖期刊 IEEE Tcom、发表于旗舰会议 IEEE GLOBECOM。





# 主要学术贡献四：低空无人机辅助通信系统的智能无线资源分配算法



- 为高效地、低成本地将无人机融入现有的蜂窝网络中，**提出**了基于深度强化学习的时频资源块和波束成形联合优化算法。
- 创新性地融合了适用于离散和连续动作空间的深度强化学习框架，**解决**了传统强化学习框架无法有效处理混合动作空间优化问题的困境。
- 发表于**顶尖期刊 IEEE Tcom、旗舰会议 IEEE GLOBE-COM。
- 此工作被引用次数 30+，含多名 IEEE 会士。

## 学术成绩一览

- 在无线通信系统、信号处理和人工智能跨学科领域发表**20**余篇学术论文
- 被授权**9**项无线通信和信号处理领域的国家发明专利。
- 作为**第一作者**发表：
  - **5**篇无线通信领域公认国际老牌顶级期刊 (总影响因子**>38**, 其中**4**篇兼任通信作者)。
  - **4**篇国际旗舰会议。
- 担任顶尖期刊和会议的**审稿人**, 累计为**20**余种国际权威刊物审稿近**200**次。
- 曾担任：
  - IEEE ICC 2022——机器学习方向网络分会**分会主席**。
  - IEEE GLOBECOM 2024——无人机通信中的机器学习分会**分会主席**。
  - 物联网领域国际会议 International Conference on Internet of Things 2024 (ICIoT 2024) 的**技术委员会成员**。
- 作为**骨干成员**, 参与多个**新加坡**和**英国**关于下一代无线通信技术的科研项目, 总资助额超**5000万**人民币。

## 参与的科研项目

我参与了多个由新加坡国家研究基金会 (NRF)、新加坡资讯通信媒体发展管理局 (IMDA) 和英国工程与物理科学研究委员会 (EPSRC) 资助的研究项目。

- 新加坡 NRF 竞争性研究计划, NRF-CRP23-2019-0005, 用于 6G 通信的片上太赫兹拓扑光子学 (TERACOMM)
- 新加坡 NRF 和 IMDA, 未来通信研发计划, FCP-NTU-RG-2022-014, 用于 6G 通信网络的混合太赫兹/自由空间光通信 (THz/FSO), 2022-10 至 2025-03, 资助金额 91 万新加坡元
- 英国 EPSRC, 项目编号 EP/T021063/1, COG-MHEAR: 面向认知启发的 5G-IoT 多模态助听器, 2021-03 至 2026-02, 资助金额 325.9 万英镑
- 英国 EPSRC, 研究项目 EP/X04047X/1, 驱动终极连接的平台, 2023-05 至 2024-03, 资助金额 203.086 万英镑

## 已发表的期刊论文列表（第一作者）

- ① **Yuanjian Li\***, and A. S. Madhukumar, “Hybrid Near- and Far-Field THz UM-MIMO Channel Estimation: A Sparsifying Matrix Learning-Aided Bayesian Approach,” IEEE Transactions on Wireless Communications (**TWC**), 2024. (中科院一区, 影响因子: 8.9)
- ② **Yuanjian Li\*** and A. Hamid Aghvami, “Radio Resource Management for Cellular-Connected UAV: A Learning Approach,” IEEE Transactions on Communications (**TCom**), vol.71, pp.2784-2800, 2023. (中科院二区, 影响因子: 7.2)
- ③ **Yuanjian Li\***, A. Hamid Aghvami, and Daoyi Dong, “Path Planning for Cellular-Connected UAV: A DRL Solution with Quantum-Inspired Experience Replay,” IEEE Transactions on Wireless Communications (**TWC**), vol.21, pp.7897-7912, 2022. (中科院一区, 影响因子: 8.9)
- ④ **Yuanjian Li\***, A. Hamid Aghvami, and Daoyi Dong, “Intelligent Trajectory Planning in UAV-mounted Wireless Networks: A Quantum-Inspired Reinforcement Learning Perspective,” IEEE Wireless Communications Letters (**WCL**), vol.10, pp.1994-1998, 2021. (中科院二区, 影响因子: 4.6)
- ⑤ **Yuanjian Li**, Rui Zhao\*, YanSha Deng, Feng Shu, Zhiqiao Nie, and A. Hamid Aghvami, “Harvest-and-Opportunistically-Relay: Analyses on Transmission Outage and Covertness,” IEEE Transactions on Wireless Communications (**TWC**), vol.19, pp.7779-7795, 2020. (中科院一区, 影响因子: 8.9)

## 在投期刊论文（第一作者）

- ① **Yuanjian Li\***, A. S. Madhukumar, Tan Zheng Hui Ernest, Gan Zheng, Walid Saad, and A. Hamid Aghvami, “Energy-Efficient UAV-Driven Multi-Access Edge Computing: A Distributed Many-Agent Perspective,” **大修** IEEE Transactions on Communications (**TCom**), 2024. (**中科院二区, 影响因子: 7.2**)

## 已发表的旗舰会议论文列表（第一作者）

- ① **Yuanjian Li**, A. S. Madhukumar, Tan Zheng Hui Ernest, Gan Zheng, Walid Saad, and A. Hamid Aghvami, "Energy-Efficient UAV-Aided Computation Offloading on THz Band: A MADRL Solution," IEEE Global Communications Conference (**GLOBECOM**), Cape Town, South Africa, 2024. (无线通信旗舰会议)
- ② **Yuanjian Li**, and A. Hamid Aghvami, "Covertness-Aware Trajectory Design for UAV: A Multi-Step TD3-PER Solution," IEEE International Conference on Communications (**ICC**), Seoul, May, 2022. (无线通信旗舰会议)
- ③ **Yuanjian Li**, and A. Hamid Aghvami, "Intelligent UAV Navigation: A DRL-QiER Solution," IEEE International Conference on Communications (**ICC**), Seoul, May, 2022. (无线通信旗舰会议)
- ④ **Yuanjian Li**, Rui Zhao, Xing Tan, and Zhiqiao Nie, "Secrecy Performance Analysis of Artificial Noise Aided Precoding in Full-Duplex Relay Systems," IEEE Global Communications Conference (**GLOBECOM**), Singapore, 2017. (无线通信旗舰会议)

## 已授权的发明专利列表

- ① 一种能量受限非可信中继网络的安全速率最优方法, 发明专利号: ZL201910456910.3, 申请日: 2019-10-08, 授权日: 2022-08-30 (排名: 4/6)
- ② 基于机会式无线能量采集非可信中继网络安全传输方法, 发明专利号: ZL201910456465.0, 申请日: 2019-10-08, 授权日: 2022-07-01 (排名: 4/6)
- ③ 一种无线能量采集全双工主动窃听方法, 发明专利号: ZL201811249636.4, 申请日: 2019-04-19, 授权日: 2022-05-03 (排名: 3/4)
- ④ 一种单向全双工 MIMO 中继天线选择安全传输方法, 发明专利号: ZL201810700060.2, 申请日: 2019-01-11, 授权日: 2021-03-23 (排名: 3/4)
- ⑤ 一种双向全双工 MIMO 中继天线选择安全传输方法, 发明专利号: ZL201810700066.X, 申请日: 2018-12-21, 授权日: 2021-02-02 (排名: 3/4)
- ⑥ 一种全双工中继系统的人工噪声预编码安全传输方法, 发明专利号: ZL201710307921.6, 申请日: 2017-08-22, 授权日: 2020-11-03 (排名: 2/4)
- ⑦ 基于最优天线选择的全双工多天线目的节点干扰传输方法, 发明专利号: ZL201710273932.7, 申请日: 2017-09-29, 授权日: 2020-06-26 (排名: 3/4)
- ⑧ 一种基于能量状态的全双工中继传输方法, 发明专利号: ZL201710463555.3, 申请日: 2018-04-13, 授权日: 2019-12-13 (排名: 3/5)
- ⑨ 一种全双工机会式中继的协议自适应切换安全传输方法, 发明专利号: ZL201710016694.1, 申请日: 2017-06-23, 授权日: 2019-10-18 (排名: 3/4)

## 研究工作计划

### 低空经济下 6G 无线通信技术和人工智能（AI）跨学科深度交叉

设计、分析和优化智能内生下一代无线网络, 推动无线通信和人工智能的跨学科交叉、融合发展。向空天地海一体化通信、智慧城市、智慧医疗、无人驾驶、智能网联汽车和智慧物流等高新技术行业转化, 助力低空经济的可持续高效率实施。

**预期目标：**在国际顶尖期刊（如 IEEE TCOM、TWC）上发表高质量论文, 获得国家 and 地方科研基金支持, 获批国家级省市级人才项目（如海外优青等）, 并逐步建立跨学科的国际性研究团队。



## 未来研究计划

1. 6G 无线通信中的智能资源分配：针对智能物联网、空天地海一体化通信、智能交通、自动化系统以及 6G 网络中的多接入边缘计算等通信场景，拟提出基于**机器学习的资源分配与优化算法**，以提升网络性能和资源利用效率。
2. 无人机辅助的非地面通信与车联网（V2X）智能网络管理：探索无人机在通信网络中的应用，如空中基站、物流转运载体、监测设备、中继节点及计算资源提供者。研究无人机网络中的协作通信、动态网络管理和智能资源分配，推动无人机在**空天地海一体化通信**、智慧城市、智慧农业、智能物流和智能交通中的应用。开发稳健的通信协议，促进车辆与基础设施之间的信息交换，支持智能交通和自动驾驶系统。

## 未来研究计划

3. 智能物联网与边缘智能：研究智能物联网中的通信和计算资源的一体化分配，开发高效的边缘计算架构和算法，支持大规模物联网设备的实时数据处理。
4. 多智能体分布式深度强化学习：开发适用于多智能体系统的分布式强化学习算法，提升在分布式网络和大规模系统中的学习效率和稳定性，用于通信网络优化和无人系统协作。
5. 超大规模天线阵列（UM-MIMO）太赫兹近场通信中的智能信道估计：利用模型驱动机器学习方法，解决 UM-MIMO 太赫兹通信中的信道估计问题，以应对高频通信的挑战，从而提高 6G 网络中近场传输的可靠性和效率。

## 结束

# 感谢各位领导、专家