



专题导读

近年来，由于国家对海洋领域的高度重视，水下通信和组网理论与技术的研发投入不断加大，推动了相关领域的发展。人们在努力提高水声通信、水下光通信及其组网性能的同时，也在积极探索基于其他介质的水下通信理论与方法，研究跨介质多模通信网络以提高水下通信系统的性能，以及水下与水上跨域组网来扩大水下网络的互联范围；与此同时，新兴智能技术也不断地被应用到水下通信网络中，以提高系统在复杂动态海洋环境中的自适应能力。为了便于读者了解上述领域的发展现状，推动水下通信网络理论技术的研发，本专题围绕水下通信网络前沿关键技术的研究组织了8篇论文：从水声通信和水下光通信的理论与方法、水下和水上跨域网络架构和海洋通信资源分配与调度，以及智能技术应用等方面对水下通信网络技术进行探讨。

《水声通信物理层技术综述：从模型驱动到数据驱动》和《支持水下UUV集群的水声网络MAC协议研究进展》为两篇综述性文章。第一篇文章概述了水声通信物理层关键技术的研究进展，归纳了基于数据驱动接收机方法，总结了水声通信的主要研究方向并对相关技术进行了展望。第二篇文章系统梳理了支持无人水下潜航器(UUV)集群的水声网络媒体接入控制(MAC)协议的研究现状，涵盖经典协议架构和近年来集群化适配方案的最新成果，分别从信道接入机制与应用场景两个维度对现有协议展开讨论，并对未来发展趋势提出展望。

《基于误差自适应仿射投影算法的水声自干

扰抑制方法》针对在带内全双工水声通信系统的自干扰抑制中，无法兼顾收敛速度与估计精度等问题展开研究，提出了一种基于误差自适应补偿收缩仿射投影算法的自干扰抑制方法。该方法采用了基于误差能量的选择更新机制来抑制无效参数扰动，并构建误差与步长的非线性映射来自适应调整步长，以有效平衡收敛速度与稳态精度。

《RIS辅助水下最优发射选择光通信系统性能分析》和《激光在水下信道中的后向散射特性研究》均围绕水下光通信技术展开研究。第一篇论文针对水下无线光通信在高传输速率下，短时间的阻塞或遮挡所导致的通信中断问题，提出了一种基于可重构智能表面(RIS)的最优发射激光选择的水下光通信系统，采用了源端到目的端的级联湍流信道衰落系数建模和强度调制直接检测等一系列方法，提高系统的传输稳定性。第二篇论文针对双向水下无线光通信系统中存在的后向散射光子会干扰正常的光通信信号所带来的问题，提出了一种改进的蒙特卡罗仿真方法，用于研究后向散射光子的功率空间分布特性和到达角的分布规律。该方法在不增大探测器靶面面积的情况下，通过统计面积更大的圆环内的光子特性来代替探测器靶面内的光子特性，以缩减仿真时间。

《水空跨域综合信息传输网络技术进展》针对现有水下信息网络所存在的局限性，提出了结合“有缆+无线”“固定+机动”和“水空跨域”的水空跨域综合信息传输网络的架构，并讨论了水下栅格网络、海底主基站、水空跨域通信网关和 underwater 多元信息融合等技术概念，用以构建水下



主干有缆网、无线固定网和无线移动网相融合的水下高速信息传输网络。

《基于分布式强化学习的AUV水下三维洋流目标跟踪控制算法》和《一种基于深度强化学习的海上MEC任务卸载和资源分配优化算法》均采用了解决智能技术来解决相关问题。第一篇论文针对水下自主航行器(AUV)跟踪水下三维洋流环境中目标时所面临的高维、动态干扰和稀疏回报等问题,提出了一种基于分布式强化学习的目标跟踪控制算法。该算法采用了基于真实三维洋流数据的动态目标跟踪场景,结合Dueling DQN结构与分位数回归方法和优先经验回放机制来提高性能。第二篇论文针对现有移动边缘计算中的资源管理策略不能很好适应高动态海洋环境的问题,提出了一种基于改进双延迟深度确定性策略梯度的任务卸载和资源分配算法。该算法通过协调无人机部署与边缘节点资源,优化通信资源分配和计算任务调度,并考虑海洋边缘节点的能量限制和海洋网络的时变性,动态适应海洋环境变化。

专题策划人:



姜胜明,上海海事大学信息工程学院教授,长期从事通信网络的结构、协议和算法等方面的研究工作,提出了一些创新性网络概念和方法,如海洋互联网和竭力网络体系,2022—2025年被列入斯坦福大学发布的全球前2%顶尖科学家“终身影响力”榜单和“年度影响力”榜单。



徐敬,浙江大学海洋学院教授、博士生导师,浙江大学先进技术研究院舟山海洋分院副院长和海洋传感与网络研究所所长,入选国家级青年人才,主要研究方向包括无线光通信、光纤通信和海洋观测技术。近年来主持国家重点研发计划、国家自然科学基金等国家级项目多项,同时主持行业领军企业委托的横向项目多项。在光通信领域权威SCI期刊和国际会议发表论文100余篇,包括第一或通信作者SCI论文80余篇(其中10余篇论文入选Highlight Article、Editors' Pick等)。多次入选全球前2%科学家榜单。



徐艳丽,博士,上海海事大学信息工程学院教授,主要从事海洋通信、边缘计算等方面的研究工作,主要研究方向为卫星通信、空天地海一体化通信技术等。



陈芳炯,华南理工大学电子与信息学院教授,广东省“短距离无线探测与通信”重点实验室主任,中国电子学会通信分会委员,中国通信学会水下通信分会委员。2012年入选教育部新世纪人才计划,2013年获国家优秀青年基金资助,2019年入选广东省创新领军人才。《电信科学》编委。主要研究方向包括:分布式学习架构及通感算一体化技术;无线通信与组网技术,覆盖水下及陆地空间;多模态探测数据智能处理。先后主持国家重点研发计划课题、国家自然科学基金联合基金、教育部重大研究计划、广东省自然科学基金、广东省教育部产学研结合项目等40多项科研项目,在国内外期刊及会议发表论文200多篇,其中SCI收录超100篇。提出发明专利申请40多项(其中已授权22项),研究成果获四项省部级科技奖励。