

2023 年度年次報告書
社会変革に向けた ICT 基盤強化
2021 年度採択研究代表者

太田 香

室蘭工業大学 大学院工学研究科
教授

RIS を用いた無線通信環境の自己最適化

研究成果の概要

本年度は、RIS の通信制御プロトコルの設計の課題である知能化と効率化に取り組んだ。QoE (Quality-of-Experience) というユーザ体感品質を一つの指標として着目し、限られた通信資源を最大限に利用しつつ QoE を損なわない通信性能を実現するための RIS の制御方法を考案した。一つは、ユーザの通信パターンは時間と相関があることを利用して、現在のユーザの通信要求を過去の通信パターンから予測することで QoE を最大化した。具体的には、強化学習を用いて RIS を制御するのに予測結果を使用した場合、未使用の場合と比較して QoE の値を最大で 2 倍向上させることが検証実験によりわかった。この研究成果の一部は、国際会議の IEEE SmartCloud2023 にて発表した。

また、テラヘルツ波を用いた VR システムにおいて RIS を活用する方法を提案した。テラヘルツ波は直進性が強いいため、通信範囲の拡張と受信信号の強化を目的として RIS を導入した。さらにシステムのリアルタイム性を担保するため、各ユーザの VR ヘッドセットへ送信する描画データを処理するためのエッジサーバを配置した。QoE を最大化するために主観ファクタと客観ファクタを定義し、主観ファクタで各ユーザの VR ヘッドセットを通して得られる画像の注目度を使用してレンダリングキャパシティの割当を行い、客観ファクタで RIS の位相や送信電力を制御することで各ユーザへの通信効率を最適化した。提案手法は、既存の方式と比較してエネルギー効率よく各ユーザの QoE の平均値を最大化させることができることが検証実験によりわかった。この研究成果の一部は、国際学術論文誌の IEEE JSAC にて発表した。

また、本研究で得られた成果を応用した技術により共同研究も推進でき、それらは国際学術論文誌の IEEE IoT Journal などでも発表している。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Yuyin Ma, Kaoru Ota, Mianxiong Dong, "QoE Optimization for Virtual Reality Services in Multi-RIS-Assisted Terahertz Wireless Networks," *IEEE Journal on Selected Areas in Communications (JSAC)*, vol. 42, no. 3, pp. 538-551, March 2024.
- 2) Jiale Shu, Kaoru Ota, Mianxiong Dong, "Optimizing RIS Configurations for Diverse User Requirements via Network Traffic Prediction," in *Proc. of 2023 IEEE 8th International Conference on Smart Cloud (SmartCloud 2023)*, pp. 1-6, September 2023.
- 3) Sun Mao, Lei Liu, Ning Zhang, Jie Hu, Kun Yang, Mianxiong Dong, Kaoru Ota, "Resource Scheduling for Intelligent Reflecting Surface-Assisted Full-Duplex Wireless-Powered Communication Networks with Phase Errors," *IEEE Internet of Things Journal*, vol. 10, no. 7, pp. 6018-6030, April 2023.