

IoT が拓く未来  
2020 年度採択研究代表者

2022 年度  
年次報告書

西尾 理志

東京工業大学 工学院  
准教授

機械学習する IoT 通信ネットワーク基盤

## 研究成果の概要

IoT データを安全かつ高効率に収集・処理・伝送する IoT 通信ネットワーク基盤の実現を目指し、2022 年度は、無線通信ネットワーク上で分散的に推論する技術において、通信制御との同時最適化フレームワークの研究、および、分散推論に用いる機械学習モデルの分割点およびレイヤ構造を最適化する研究を実施した。

分散推論では、モデルの学習方法の工夫により、通信路でのパケット損失への耐性と推論精度のトレードオフを制御できる。一方、通信ネットワークにおいても、伝送速度とパケット損失率のトレードオフが存在する。本研究では、通信ネットワークと機械学習の設定を同時に制御することで、通信遅延と推論精度のトレードオフを改善するフレームワークを提案した[1]。強化学習を応用した同時制御手法により、推論精度を維持しつつ通信遅延を削減することを可能とした。分散推論に向けたモデル最適化手法では、Neural Architecture Search 技術を応用し、IoT デバイスにあわせてモデル構造およびその分割方法を最適化する手法を確立した[2]。IoT 無線ネットワークで分散推論を実行する際、IoT デバイスごとに計算性能、ネットワーク帯域、所持するデータの量や品質が異なるため、デバイスごとに適した構造のモデルを用意することが望ましい。本手法を用いることで、推論精度を維持しつつ、計算及び通信遅延が要求条件以下となる構造を探索可能となった。

更に、分散学習の異常検知応用[3]、および、分散機械学習のサーバレス化[4]についても成果をあげている。加えて、分散推論について、同一ネットワーク内の任意の IoT デバイス、エッジサーバ、クラウドサーバを連携させ、分散的に推論を実行可能なソフトウェアを開発した。ネットワークエミュレーション機能も実装し、UI 上で操作することで任意の実験設定で分散推論を実行可能とした。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Yorita, S. Itahara, T. Nishio, D. Yoda, T. Nabetani, "MAB-based Joint Optimization of Wireless LAN and Machine Learning for Communication-efficient Distributed Inference in Lossy Networks," Proc. IEEE VTC-Spring, Jun. 2022.
- 2) S. Shimizu, T. Nishio, S. Saito, Y. Hirose, C.Y. Hsiu, and S. Shirakawa, "Neural Architecture Search for Improving Latency-Accuracy Trade-off in Split Computing," Proc. IEEE Globecom Workshop on Edge Learning over 5G Mobile Networks and Beyond, Dec. 2022.
- 3) T. Nishio, M. Nakahara, N. Okui, A. Kubota, Y. Kobayashi, K. Sugiyama, and R. Shinkuma, "Anomaly Traffic Detection with Federated Learning toward Network-based Malware Detection in IoT," Proc. IEEE Globecom, Dec. 2022.
- 4) A. Taya, T. Nishio, M. Morikura, and K. Yamamoto, "Decentralized and Model-Free Federated Learning: Consensus-Based Distillation in Function Space," IEEE Transactions on Signal and Information Processing over Networks, vol. 8, pp. 799-814, Feb. 2023.