

(報道発表資料)

2024.3.18

国立情報学研究所
日本電信電話株式会社

JST と ANR の戦略的国際共同研究プログラム (SICORP) 「日本－フランス国際産学連携共同研究」(エッジ AI) 研究課題への採択 ～AI を用いた自律的な無線アクセス制御技術の研究開発の加速～

発表のポイント:

- ◆ NII と NTT は JST とフランスの National Research Agency (ANR) が公募する戦略的国際共同研究プログラム (SICORP) 「日本－フランス国際産学連携共同研究」(エッジ AI) に応募し採択されました。
- ◆ 本プログラムにより、これまで NII と NTT で研究開発した深層学習や強化学習を活用した無線制御技術を発展させ、非力な小型端末等でも動作する軽量なエッジ AI による無線制御技術の研究開発を推進します。
- ◆ エッジ AI による無線制御により、工場などの遮蔽となる棚や柱、人、工作機器の移動などの影響で複雑に電波状態が変化する環境下で多数の端末が通信する状況においても、変化に追随し、より大容量、高信頼といった高品質な無線通信を提供できるようになります。

国立情報学研究所(東京都千代田区、所長:黒橋 禎夫^{くろはし ただお}、以下「NII」と)、日本電信電話株式会社(本社:東京都千代田区、代表取締役社長:島田 明、以下「NTT」)、科学技術振興機構(JST)とフランスの National Research Agency (ANR) が公募する戦略的国際共同研究プログラム (SICORP) 「日本－フランス国際産学連携共同研究」(エッジ AI)*1 に対し、フランスの研究機関 Institut de Recherche en Informatique et Systèmes Aléatoires (IRISA)、Wavely 社と連携し、無線通信とセンシングを協調させたスマート工場向け省電力軽量エッジ AI 技術 (LIGHT-SWIFT*2) の研究課題を提案し、採択されました。

今回の採択により、小型端末等でも動作可能な軽量なエッジ AI 技術と、これまで研究開発した深層学習や強化学習を活用した無線制御技術を発展させ、工場などの遮蔽となる棚や柱、人、工作機器の移動などの影響で複雑に電波状態が変化する環境下で多数の端末が通信する状況においても、変化に追随し、高品質な無線通信を提供できる技術の研究を推進します。

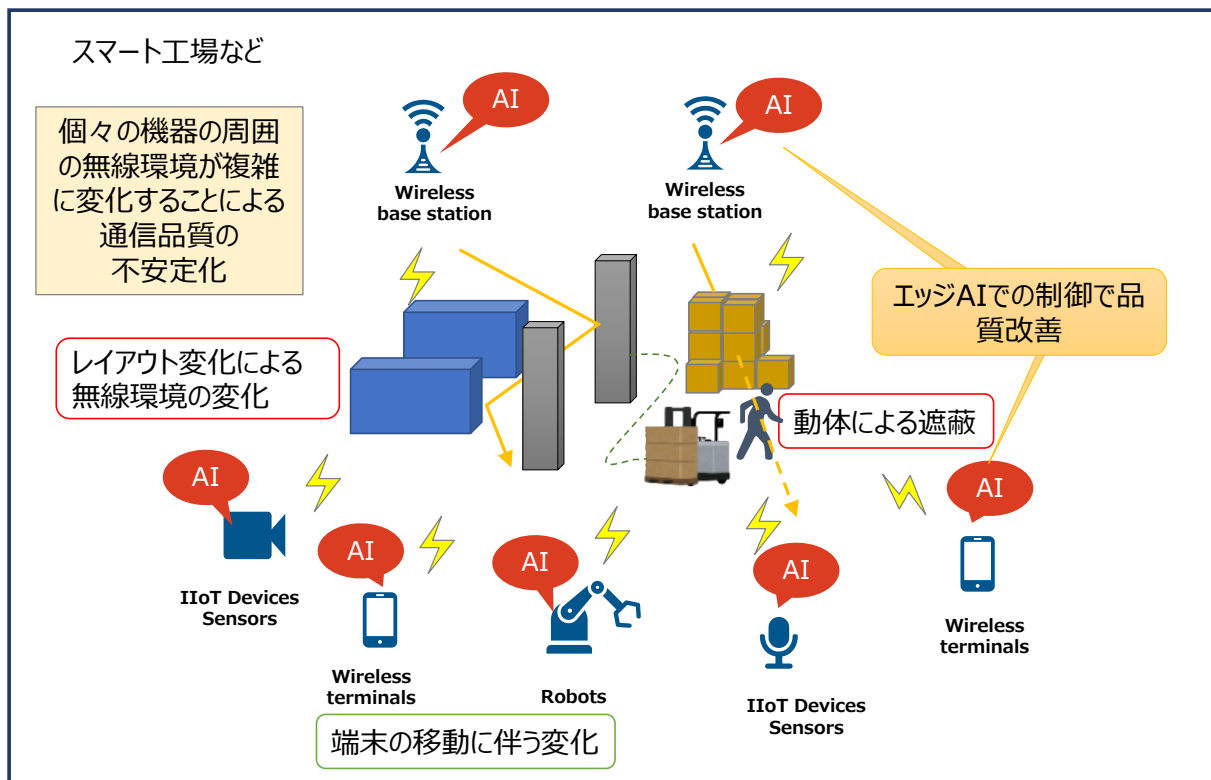


図1：採択課題での軽量 AI による無線制御の狙い

1. 背景

2030 年代の 6G 無線時代には工場のオートメーションや自動運転など、Industrial Internet of Things (IIoT) 端末の利用が拡大し、それらを制御、管理するための無線通信の重要性が増大することが想定されます。無線通信の通信品質は周囲の環境により刻々と変化し、また、多数の IIoT 端末が接続されると品質が不安定となるため、その中で厳しい通信要件を満たすものを高信頼(極小なパケットロス、低遅延)に通信させることは困難です。また、多数の IIoT 端末の通信を制御するためには、個々に異なる周囲環境を管理する必要があり、通信の最適化を集中制御により行うことは、個々の端末の電波状態をリアルタイムに把握・制御するための情報の送受信や消費電力が大量になる課題があります。

2. 採択された提案のポイント

採択された研究課題では、高性能かつ省電力なエッジ AI 技術を開発し、低機能な IoT 端末でも利用可能な「軽量 AI」を実現するとともに、軽量 AI を活用した、端末等のエッジデバイスでのセンシング技術、無線通信制御技術を開発します。それにより、工場などの複雑な通信環境の変化に適応して安定的に高信頼な通信を実現できる技術の確立をめざします。従来は基地局やコントローラによって集中的に通信環境を制御することが一般的でしたが、軽量なエッジ AI により多数の端末ご

との通信環境の変化に応じた制御が可能となります。

NII と NTT は、これまでの共同研究で培った強化学習を活用したマルチ無線制御技術をもとに、軽量のエッジ AI による無線制御技術に発展させ、実用化に向けた技術検討を加速します。本課題において、現行のアルゴリズムに比べ、エッジ AI の消費電力を 1/2 に抑え、収束速度を 1/2 にすることを目標とします。

3. リスクアバース強化学習を活用したマルチ無線制御技術

NII と NTT では、これまでの共同研究により、強化学習の手法の一つである Risk-Averse Q-learning (RA-QL) *3 法を活用した、マルチ無線アクセス技術を開発しました。図 2 に示すように、RA-QL 法では無線回線でのパケットロスにセンシティブに反応し、複数の無線インタフェースを備えた無線通信において自律的にパケットを送信する無線インタフェースを選択し、パケット量を調整することで、最適な通信量で高信頼な通信を実現します。本技術により各基地局・端末の周囲の状況に合わせた送信制御が可能となります。本技術の効果についてシミュレーション評価では、sub6・ミリ波の 2 つの周波数の無線インタフェースを備えた基地局・端末での伝送において、目標とするパケットロス率に対して、従来の強化学習法を用いた制御に比べ、より低いパケットロス率を実現できることを確認しました*3。また、エッジ AI に向けた深層強化学習(Deep Q-Network 等)の活用に向け、より低負荷な処理をめざし、Deep Q-Network を軽量化した無線通信アルゴリズムの検討も進め、難関論文誌に採択されています*4。

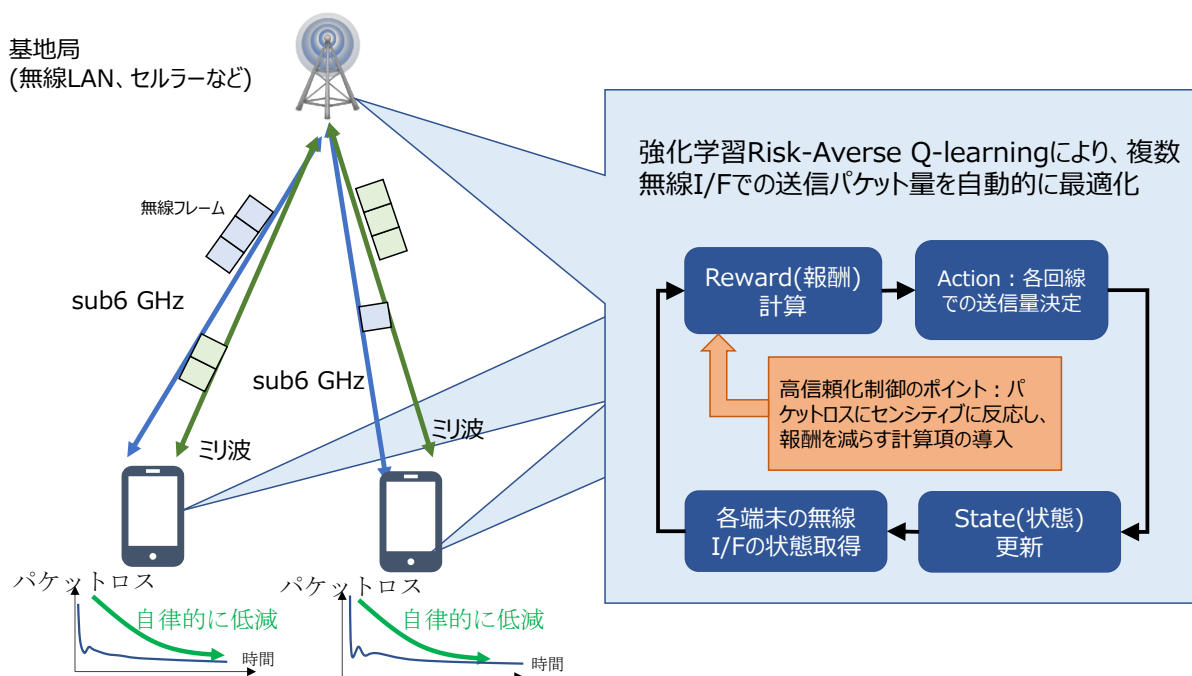


図2: リスクアバース強化学習を活用したマルチ無線アクセス制御技術の概要

4. 各者の役割

・NII: 本技術の基幹アルゴリズムの考案、評価、戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)の課題

における日本側代表機関（研究代表者：金子 めぐみ）

・NTT：共同研究における本技術の創出の議論、適用アーキテクチャの検討、実験評価（主たる共同研究者：鷹取 泰司）

5. 今後の展開

今後も、複雑な環境下で多数の端末が通信する状況においても、変化に追従し、高品質な無線通信を提供できるエッジ AI を用いた無線制御技術の研究を推進します。また、これらの技術をベースとしながら採択された研究課題をすすめ、エッジ AI としてより実用的な技術の確立をめざします。

【用語解説】

*1 科学技術振興機構報 第 1657 号 戦略的国際共同研究プログラム(SICORP)「日本－フランス国際産学連携共同研究」(エッジ AI) における新規課題の決定について

<https://www.jst.go.jp/pr/info/info1657/index.html>

*2 LIGHT-SWIFT: LIGHTweight edge artificial intelligence for Sensing and Wireless communications in connected Factories

*3 T. H. L. Dinh, M. Kaneko, K. Kawamura, T. Moriyama and Y. Takatori, "Improving Reliability by Risk-Averse Reinforcement Learning over Sub6GHz/mmWave Integrated Networks," ICC 2022 – IEEE International Conference on Communications, Seoul, Korea, Republic of, 2022, pp. 3178–3183.

*4 M. Kaneko, T. H. Ly Dinh, K. Kawamura, T. Moriyama and Y. Takatori, "Wireless Multi-Interface Connectivity with Deep Learning-Enabled User Devices: An Energy Efficiency Perspective," in IEEE Network, vol. 37, no. 3, pp. 132–139, May/June 2023.

■ 本件に関する報道機関からのお問い合わせ先

国立情報学研究所
総務部企画課 広報チーム
media@nii.ac.jp

日本電信電話株式会社
情報ネットワーク総合研究所 広報担当
nttrd-pr@ml.ntt.com