

イノベーション創発に資する人工知能基盤技術の創出と統合化
2020年度採択研究代表者

2020年度 年次報告書

松谷 宏紀

慶應義塾大学 理工学部
准教授

オンデバイス学習技術の確立と社会実装

§ 1. 研究成果の概要

本研究ではオンデバイス学習アルゴリズム、連合学習、その周辺技術と集積回路化により、低コストかつ多数のモノが自律的で環境変動に強いインテリジェンスを獲得可能とし、数が多くメンテナンスし難いエッジ AI の自律的運用をサポートする。オンデバイス学習技術を様々な分野に応用し、ローエンドエッジ AI としての有用性を実証する。

2020 年度は、慶大および東大グループはオンデバイス学習の要素技術開発を行った。研究成果は IEEE Trans. on Computers に掲載され、Featured Paper in the July 2020 Issue にも選ばれた。成果物は PYNQ-Z1 などの小規模 FPGA ボード、Raspberry Pi Pico などの小型マイコンボード上で動作した。東大グループは連合学習の研究を進め、ロバストなモデル構築のために選択的にモデルを融合する手法、融合の際に複数のローカル・グローバルモデルを構築する手法を開発した(研究項目 A1、A3)。フィックスターズグループはオンデバイス学習技術の産業応用に向けた活動を行っている(研究項目 B1)。慶大および東大グループと共に工業用ファンやロボットアーム等のデータを収集した(研究項目 C1、C2)。理研グループはオンデバイス学習技術を用いた気象データ同化の高度化を研究している。2020 年度は気象データ同化手法の研究(研究項目 A2)に加え、予報改善に寄与する観測データを評価するシステムを構築した(研究項目 B4)。パナソニックグループはオンデバイス学習技術の安全設計への応用を研究している。2020 年度はデータ分析と前処理手法の確立を行った(研究項目 A4、B2)。家電を対象としたデータセット作成も行っている(研究項目 C3、C4)。ロームグループはオンデバイス学習機能を搭載したチップ開発のためのロントエンド設計を行った(研究項目 A5)。

§ 2. 研究実施体制

(1) 慶大グループ

① 研究代表者:松谷 宏紀 (慶應義塾大学理工学部 准教授)

② 研究項目

【研究項目 A1】オンデバイス学習を基にした協調型モデル更新(フェデレーション)の確立

【研究項目 A4】安全設計のためのデータ前処理手法の確立

【研究項目 A5】オンデバイス学習チップのフロントエンド設計

【研究項目 C1】工業データセットに向けた PoC の実施

【研究項目 C2】工業データセット作成

(2) 東大グループ

① 主たる共同研究者:近藤 正章 (東京大学大学院情報理工学系研究科 准教授)

② 研究項目

【研究項目 A1】オンデバイス学習を基にした協調型モデル更新(フェデレーション)の確立

【研究項目 A3】オンデバイス学習のクラウド連携による認識処理の高度化

【研究項目 C1】工業データセットに向けた PoC の実施

【研究項目 C2】工業データセット作成

(3) フィックスターズグループ

① 主たる共同研究者: 塩田 靖彦 (株式会社フィックスターズ 執行役員)

② 研究項目

【研究項目 A3】オンデバイス学習のクラウド連携による認識処理の高度化

【研究項目 B1】オンデバイス学習技術のスマートインダストリーへの応用

【研究項目 C1】工業データセットに向けた PoC の実施

【研究項目 C2】工業データセット作成

(4) 理化学研究所グループ

① 主たる共同研究者: 三好 建正 (理化学研究所計算科学研究センター チームリーダー)

② 研究項目

【研究項目 A2】オンデバイス学習を用いた新たな気象データ同化手法の確立

【研究項目 B4】気象予測のシミュレーション環境構築と有効性評価

(5) パナソニックグループ

① 主たる共同研究者: 岡本 球夫 (パナソニック株式会社プロダクト解析センター 課長)

② 研究項目

【研究項目 A4】安全設計のためのデータ前処理手法の確立

【研究項目 B2】安全設計のための実データ収集・分析

【研究項目 C3】家電データセットに向けた調査

【研究項目 C4】家電データセット作成

(6) ロームグループ

① 主たる共同研究者: 西山 高浩 (ローム株式会社回路技術開発部 課長)

② 研究項目

【研究項目 A5】オンデバイス学習チップのフロントエンド設計

【代表的な原著論文情報】

1) Mineto Tsukada, Masaaki Kondo, Hiroki Matsutani, "A Neural Network-Based On-Device Learning Anomaly Detector for Edge Devices", IEEE Transactions on Computers (TC), Vol.69, No.7, pp.1027-1044, Jul 2020. (DOI:10.1109/TC.2020.2973631)

2) Hiroki Oikawa, Tomoya Nishida, Ryuichi Sakamoto, Hiroki Matsutani, Masaaki Kondo, "Fast Semi-Supervised Anomaly Detection of Drivers' Behavior using Online Sequential Extreme Learning Machine", Proc of the 23rd IEEE International Conference on Intelligent Transportation

System (ITSC'20), pp.985–992, Sep 2020. (DOI:10.1109/ITSC45102.2020.9294659)

3) Yang Qin, Hiroki Matsutani, Masaaki Kondo, "A Selective Model Aggregation Approach in Federated Learning for Online Anomaly Detection", Proc. of the 13th IEEE International Conference on Cyber Physical and Social Computing (CPSCom'20), pp.684–691, Nov 2020. (DOI:10.1109/iThings-GreenCom-CPSCom-SmartData-Cybermatics50389.2020.00119)

4) Miyoshi, T., S. Kotsuki, K. Terasaki, S. Otsuka, G.-Y. Lien, H. Yashiro, H. Tomita, M. Satoh, and E. Kalnay, "Precipitation Ensemble Data Assimilation in NWP Models", Satellite Precipitation Measurement. Advances in Global Change Research, Vol.69, pp.983–991, Apr 2020. (DOI:10.1007/978-3-030-35798-6_25)

5) Kotsuki, S., Pensoneault, A., Okazaki, A. and Miyoshi, T., "Weight Structure of the Local Ensemble Transform Kalman Filter: A Case with an Intermediate AGCM", Q. J. R. Meteorol. Soc., Vol.146, No.732, pp.3399–3415, Jun 2020. (DOI:10.1002/qj.3852)