

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
2017年度採択研究代表者

2018年度 実績報告書

松谷 宏紀

慶應義塾大学工学部
准教授

リアルタイム性と全データ性を両立するエッジ学習基盤

§ 1. 研究成果の概要

機械学習は、オフライン学習とオンライン学習に分類でき、前者は予め準備しておいた訓練データをオフラインで学習しておく必要がある。一方、後者では準備のための工程は不要で、入力データ(テストデータ≒学習データ)を流しながら学習していく。本研究ではエッジデバイス上のオンライン学習を「オンデバイス学習」と呼んでいる。オンデバイス学習は教師無し異常検知との相性が良く、製造ライン、プラント、データセンタ設備などのセンサにこの機能を付与するだけで、普段と違う事象(これまでの入力データから逸脱したパターン)を検出できる。例えば、製造ラインにおいては、他の装置の稼働状況や工具の摩耗状況によってセンサの値の出方、つまり、正常パターンが変動する。オフライン学習ではセンサ毎、想定される状況毎に教師データを集めて学習する必要があり、これが製造現場への AI 導入の足かせの1つになっている。一方、オンデバイス学習と教師無し異常検知の組み合わせならば、センサ毎、状況毎の教師データの準備は不要であり、学習器をただ設置するだけで異常検知ができる。図 1 に本研究の全体像を示す。上述のオンデバイス学習は【研究項目 A】(1)、つまり、製造装置等からセンサデータを取得するエッジサーバにおけるリアルタイム学習基盤に相当する。しかし、個々のエッジサーバに集まる学習データの質と量には限界があり、また、ラベル付き教師データを前提としにくいいため、異常が検知された後の高度な要因推定には課題が残る。このような問題を解決するために、オフライン学習とオンデバイス学習を組み合わせようというのが本研究の趣旨である。後者のオフライン学習は【研究項目 B】(6)、つまり、オンプレミスやクラウド上の中央サーバにおける全データ性を有する知識集約型学習基盤に相当する。前者によって得られる推論器を Realtime Knowledge、後者によって得られる推論器を Deep Knowledgeとしたとき、両者の良いところ取りのために両者を併用するのが【研究項目 A】(2)である。

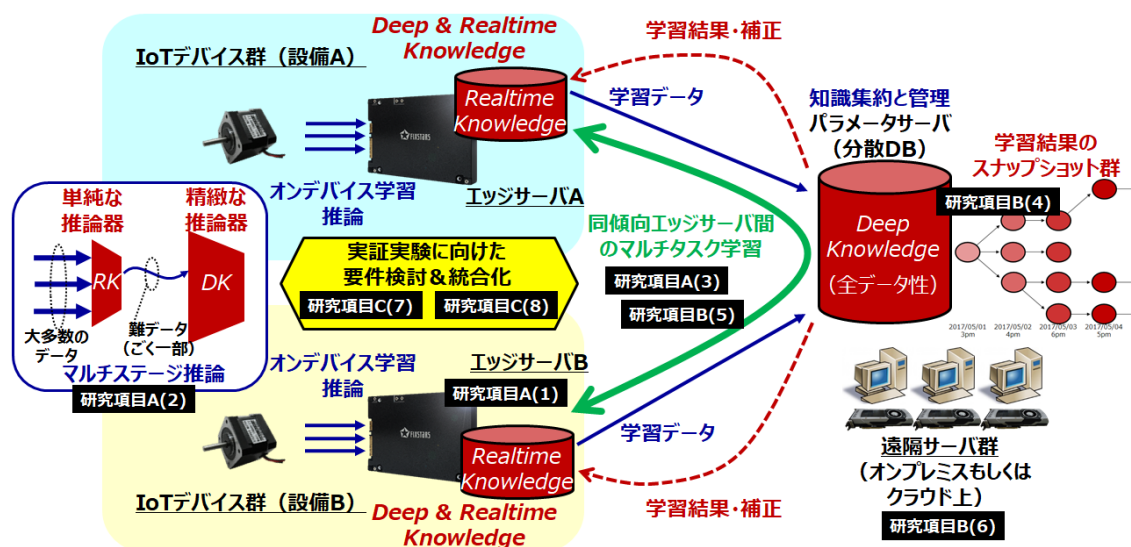


図 1 本研究の全体像 (IoT デバイス (左側)、エッジサーバ (中央)、中央サーバ (右側))

2018 年度は、概ね研究計画通りに、オンデバイス学習およびその周辺技術を研究開発した。まず、【研究項目 A】(1)として、オンライン逐次学習による教師無し異常検知(OSL-UAD)アルゴリズム

ムを開発した。エッジデバイス上のオンライン学習を可能にするため、ハードウェア化を前提としたアルゴリズムの軽量化を提案した。また、傾向変化(コンセプトドリフト)に追従するための忘却手法、複数の動作モードが混在する場合に特化した高精度化手法、可変長入力データを扱うための拡張を提案した。周辺技術を含めて特許化を進めた。【研究項目 A】(2)のエッジ・クラウド間連携として、クラウド側機能を AWS 上に実現した。【研究項目 B】(5)によるエッジ間転移学習のためにターゲットタスクと学習モデル間の親和性判定手法を研究した。また、【研究項目 C】(7)および(8)としてエッジコンピューティングサーバ Olive のハードウェア・ソフトウェア環境の構築、上記要素技術の実証実験を行った。2017 年度から実施している製造ラインを対象とした実証実験に加え、データセンタ設備を対象とした実証実験を行った。現在は、社会インフラやコンシューマエレクトロニクスを対象とした実証実験の準備を進めている。

§ 2. 研究実施体制

(1)「慶應義塾大学」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 A】(1) FPGA を利用したエッジサーバ上の高速リアルタイム学習基盤

【研究項目 A】(3) オンライン学習を効率化するエッジサーバ上の転移学習およびマルチタスク学習基盤

【研究項目 B】(6) 高速並列分散深層学習基盤

【研究項目 C】(7) 応用を意識した要件検討

【研究項目 C】(8) エッジコンピューティングサーバ Olive をベースにした統合環境の構築準備

(2)「東京大学」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 A】(2) Realtime Knowledge と Deep Knowledge を活用する高効率ニューラルネットワーク認識基盤

【研究項目 B】(4) エッジサーバの学習の監視と学習結果のリカバリ

【研究項目 B】(5) エッジサーバ上の転移学習およびマルチタスク学習のサポート

【研究項目 C】(7) 応用を意識した要件検討

【研究項目 C】(8) エッジコンピューティングサーバ Olive をベースにした統合環境の構築準備

(3)「フィックスターズ」グループ

① 主たる共同研究者:追川 修一 ((株)フィックスターズ 執行役員)

② 研究項目

【研究項目 C】(7) 応用を意識した要件検討

【研究項目 C】(8) エッジコンピューティングサーバ Olive をベースにした統合環境の構築準備