

令和 4 年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 03501

研究開発課題名 Beyond5G の高速通信・低遅延等に適したエッジ AI ソフトウェアの開発と動作実証に関する研究開発

(1) 研究開発の目的

Beyond5G 通信の特徴である高速通信・低遅延の特徴を生かすためにはデータ解析・予測・最適化を行う AI においても高速・軽量化が必須である。また、2030 年に向けて膨大な IT、IoT 機器や自動運転車、産業機械等から送信されるデータによる通信トラフィックへの負荷を低減するため、エッジコンピューティングで AI 処理する必要がある。この両者の技術課題を解決するために、深層学習のような AI とは異なるアプローチであるリアルタイム AI・特徴量自動抽出 AI 技術を深化させ、AI ソフトウェアだけでなく、エッジ AI デバイス市場や関連サービス市場の成長に貢献する。

(2) 研究開発期間

令和 3 年度から令和 5 年度 (3 年間)

(3) 受託者

国立大学法人大阪大学<代表研究者>

(4) 研究開発予算 (契約額)

令和 3 年度から令和 4 年度までの総額 52 百万円 (令和 4 年度 36 百万円)
※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

研究開発項目 1 エッジ AI に適した高速・軽量リアルタイム AI ソフトウェアの研究開発

研究開発項目 1-a) 時系列複合ビッグデータの高速モデル学習の研究開発 (大阪大学)

研究開発項目 1-b) 時系列複合ビッグデータからの効率的 AI 予測・最適化ソフトウェアの研究開発 (大阪大学)

研究開発項目 2 エッジ AI ソフトウェアの実装と動作検証に関する研究開発

研究開発項目 2-a) 車載通信デバイスやパワーデバイスにおけるエッジ AI ソフトウェア実装と動作診断・予測技術の研究開発 (大阪大学)

研究開発項目 2-b) 車載 IoT、産業 IoT におけるエッジ AI ソフトウェア実装と動作検証の研究開発 (大阪大学)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	1	1
	外国出願	3	2
外部発表等	研究論文	4	2
	その他研究発表	31	18
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	8	5
	展示会	1	0
	受賞・表彰	11	7

(7) 具体的な実施内容と成果

1) 研究開発項目1 エッジAIに適した高速・軽量リアルタイムAIソフトウェアの研究開発

研究開発項目 1-a) 時系列複合ビッグデータの高速度学習の研究開発

時系列複合ビッグデータの高速度学習技術を開発した。特に、リアルタイム高速特徴自動抽出、エッジAI化を志向した高速学習のための基盤技術を確立した。より具体的には、要素技術であるリアルタイム要因分析・予測技術をベースに、離散値を含む複合データの扱い、及び、スパース性や非定常性の高い時系列解析技術の開発に取り組み、新たに、動的空間モデリングとパラメータ推定手法の研究開発、さらにそれらの技術を発展させ、エッジAI化を志向した高速学習のための基盤技術を開発した。本研究開発では、複数の要素技術を考案しており、国際的に高い評価を得ている。具体的には、データマイニング分野のトップ国際会議であるACM SIGKDD (KDD2022)、ACM CIKM2022に論文が採択され、研究発表を行った。さらに論文誌2件、表彰3件、受賞4件の業績をあげている。

研究開発項目 1-b) 時系列複合ビッグデータからの効率的AI予測・最適化ソフトウェアの研究開発

時系列複合ビッグデータからの効率的AI予測・最適化ソフトウェアの開発に向け、学習したモデルを効率的に蓄積・管理・検索処理するための技術を開発、ソフトウェアとして実装した。またスパース性が高く離散値を含む複合イベント時系列データストリームを扱うことができるように、連携企業である富士通とともに、リアルタイム時系列モデル学習技術を開発した。複数の属性(タイムスタンプ、イベントID, ユーザID等)から構成される時系列複合イベント集合は、テンソルストリームとして扱うことができる。実データを用いた実験では、提案技術が複雑なイベントストリームから時系列変化を正確にとらえ、潜在グループや時系列パターンといった、データの解釈を助ける特徴を自動的に発見することを確認した。また、提案手法が最新の既存手法と比較して高精度であり、計算時間について大幅な性能向上を達成していることを明らかにした(深層学習等をベースとした既存手法と比較し最大で約25%の精度向上、及び、最大1,000倍の高速化を達成)。

2) 研究開発項目2 エッジAIソフトウェアの実装と動作検証に関する研究開発

研究開発項目 2-a) 車載通信デバイスやパワーデバイスにおけるエッジAIソフトウェア実装と動作診断・予測技術の研究開発

パワーデバイスは実使用下では室温～約250℃の急激な温度変化を繰り返し受ける。このような熱履歴を繰り返し替えることでデバイス内部の材料の熱膨張差に起因する金属接合箇所の劣化(微小亀裂)が蓄積し、最終的に故障に至ることから、まず実験室環境で室温～250℃の温度変化を30分ごとに繰り返すパワーサイクル試験機を設計した。実際のパワー半導体部は動作による発熱が生じて250℃まで上昇するが、実半導体を用いると実験費用が膨大になり、また動作回路の追加などの技術的ハードルがあるため、疑似ヒーターチップを開発し、ヒーター配線に電流を流すことでチップ部分が250℃の実動作と同様の発熱を起こすような実験手法を構築した。また、このチップを用いてパワーデバイス構造を試作し、接合部微小亀裂による振動を検知するAEセンサシステムを搭載し、データ収集環境を構築した。本システムを用い、データを収集し、高速学習技術を用いて解析した結果、故障の前兆に繋がるレジーム分割を行うことができ、この結果をもとに故障発生の予測を行ったところ、実際の故障発生に対し高い精度で故障の予測を行うことが実証できた。

研究開発項目2-b) 車載IoT、産業IoTにおけるエッジAIソフトウェア実装と動作検証の研究開発

基礎技術として開発した高速モデル学習技術を活用し、AIソフトウェアを開発、実用化した。特に、本技術を活用して、ソニーセミコンダクタマニュファクチャリングの半導体製造工程におけるDRY装置のターボ分子ポンプの故障予測に関する実証実験を行い、技術の実用化、製造現場への事業導入がなされた。DRY装置のターボ分子ポンプの突発故障は製造ラインへの影響が大きく、また高額パーツのライフ適正化をすすめることも可能となるため、故障予測のニーズは極めて高い。開発した技術によって、DRY装置のターボ分子ポンプ故障をモチーフに事前に故障を予測し、計画保全を実現する。

(8) 今後の研究開発計画

研究開発項目1については、高速特徴自動抽出と高速イベント予測に関する技術改良を行い、それらの技術の学習および予測の精度を向上、さらに計算コストとメモリ使用量、消費電力に関して性能を向上させる。研究開発項目2については、パワーデバイスにおけるリアルタイム寿命予測技術の実用化に向けて、詳細な評価実験を行い、問題点を洗い出し、ソフトウェアを改良する。

社会実装の取り組みとしては、その成功例として、ソニーのCMOSイメージセンサに関する最新鋭の半導体製造工場において、開発技術は事業導入が実施された。今後、自動車、製造業、医療、ヘルスケア、電力、情報通信など様々な分野の連携企業と実証実験を開始し、実社会での技術の有用性を検証する。