

Society5.0を支える革新的コンピューティング技術
2018年度採択研究代表者

2021年度 年次報告書

近藤 正章

慶應義塾大学工学部
教授

エッジでの高効率なデータ解析を実現するグラフ計算基盤

§ 1. 研究成果の概要

研究では、ヒト・モノのモビリティ最適化の実応用を例としつつ、ハードウェアとソフトウェアの両面から将来のエッジ指向グラフ処理基盤に関して研究開発を実施している。2021 各研究項で以下に記述するような主要な成果を得たほか、社会展開も積極的に行い、企業と共同で成果展開へ向けた活動を行った。まず、【研究項目 A】(1) エッジ指向グラフ処理アクセラレータ・アーキテクチャでは、より高効率なエッジ指向グラフ処理アクセラレータエンジン開発の一環として、ニアメモリ型のアーキテクチャ開発に取り組み、FPGA 上にプロトタイプ設計を行った。【研究項目 A】(2) AI/AC 処理との連携が可能なグラフ処理システムアーキテクチャの開発では、RISC-V コアをベースにニューラルネットワーク計算に適した近似ベクトル積和演算器を実装し性能評価を行った。本成果を国際会議で発表し、IEICE VLD Excellent Student Author Award for ASP-DAC2022 を受賞した。【研究項目 A】(3) エッジ指向グラフ処理アクセラレータ向け電力管理技術開発と実チップ検証では、近似乗算器の応用評価や最小エネルギー点追跡機能の実チップ評価を行った。【研究項目 B】(4) エッジ指向グラフ処理アクセラレータ向けソフトウェアスタックの開発、および(5) グラフ・AI/アニーリング処理のシームレスな連携を実現するソフトウェアフレームワークでは、エッジグラフ処理フレームワークのソフトウェア環境を引き続き開発して評価を行ったほか、グラフ構造を用いたデータ管理手法に関して本プロジェクトでの重要応用領域への適用検討を行った。【研究項目 C】(6) エッジ指向グラフ処理向けアルゴリズムの開発では、長時間多物体追跡のための画像品質を考慮したクラスタ識別に関する研究など、新たな応用を目指したアルゴリズム開発などを行い、【研究項目 C】(7) 将来的なアニーリングアクセラレータ連携に向けた要件調査と性能解析では、グラフに関して事前に入手可能な情報を用いて、イジングマシンの性能調査を実施した。さらに、【研究項目 D】(8) 協力企業との連携と応用展開では、協力企業との連携と応用展開として、Yahoo! Japan やロート製薬、パナソニック、ソフトバンク、豆蔵といった企業と連携し、様々な成果が創出された。

§ 2. 研究実施体制

(1) 近藤グループ

- ① 研究代表者: 近藤 正章 (慶應義塾大学理工学部 教授)
- ② 研究項目
 - ・エッジ指向グラフ処理アクセラレータ・アーキテクチャ
 - ・エッジ指向グラフ処理アクセラレータ向けソフトウェアスタックの開発
 - ・グラフ・AI/アニーリング処理のシームレスな連携を実現するソフトウェアフレームワーク
 - ・協力企業との連携と応用展開

(2) 藤澤グループ

- ① 主たる共同研究者: 藤澤 克樹 (九州大学・マス・フォア・インダストリ研究所 教授)
- ② 研究項目
 - ・エッジ指向グラフ処理向けアルゴリズムの開発
 - ・将来的なアニーリングアクセラレータ連携に向けた要件調査と性能解析
 - ・協力企業との連携と応用展開

(3) 石原グループ

- ① 主たる共同研究者: 石原 亨 (名古屋大学大学院情報学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・AI/AC 処理との連携が可能なグラフ処理システムアーキテクチャの開発
 - ・エッジ指向グラフ処理アクセラレータ向け電力管理技術開発と実チップ検証
 - ・協力企業との連携と応用展開

【代表的な原著論文情報】

- 1) 小森工, 増田豊, 石原亨, “デュアル OS と仮想化 DVFS によるミックスドクリティカルシステムの消費エネルギー最小化,” 情報処理学会 DA シンポジウム, pp. 15 - 23, 2021 年 9 月.
- 2) Jun Zhou and Masaaki Kondo, “Lightweight Interactive Graph Processing Library for Edge Computing in Smart Society”, 14th International Workshop on Autonomous Self-Organizing Networks (ASON’21) in conjunction with CANDAR’21, Nov. 2021.
- 3) L. Hou, Y. Masuda, and T. Ishihara, “An Accuracy Reconfigurable Vector Accelerator based on Approximate Logarithmic Multipliers,” Proc. Asia and South Pacific Design Automation Conference (ASP-DAC), pp. 568 - 573, Jan. 2022.
- 4) T. Komori, Y. Masuda, J. Shiomi, and T. Ishihara, “Approximate Minimum Energy Point Tracking and Task Scheduling for Energy-Efficient Real-Time Computing,” IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E105-A, No.3, pp.497-508, Mar. 2022.
- 5) Siyi Hu, Masaaki Kondo, Yuan He, Ryuichi Sakamoto, Hao Zhang, Jun Zhou, and Hiroshi

Nakamura, "GraphDEAR: An Accelerator Architecture for Exploiting Cache Locality in Graph Analytics Applications", The 30th International Conference on Parallel, Distributed and Network-Based Processing (PDP 2022), March 2022.