

2023 年度年次報告書

Society 5.0 を支える革新的コンピューティング技術

2019 年度採択研究代表者

天野 英晴

慶應義塾大学 理工学部
教授

MEC 用マルチノード統合システムの開発

主たる共同研究者:

飯田 全広 (熊本大学 半導体・デジタル研究教育機構 教授)

菅谷(島崎) みどり (芝浦工業大学 工学部 教授)

西 宏章 (慶應義塾大学 理工学部 教授)

若林 一敏 (東京大学 大学院工学系研究科附設システムデザイン研究センター 上席研究員)

研究成果の概要

クラウドとエッジの間に位置し、Society 5.0 にとって重要性の高い MEC (Multi-edge access Computing) 用マルチノード統合システムの開発に向け、アプリケーション、設計システムからハードウェア、チップまでの垂直統合で研究を進めている。初年度で FPGA によるテストベッド M-KUBOS の商用化に成功、このボードを用いてマルチ FPGA システムを形成し、全グループでそれぞれ開発を行ってきた。2023 年度は、マルチ FPGA ボードを用いたシステムソフトウェア、アプリケーションに研究の重点を移した。天野 G は、MEC 用の FPGA クラスタにリモートで電力を計測できる環境を構築し、測定に基づき FPGA クラスタの電力モデルを提案、実際のアプリケーションの電力を予測する方法を示した。菅谷 G は、MEC の分散制御を実現する MEC-RM の開発に成功した。従来、MEC 上のさまざまなアクセラレータを利用するための汎用的なミドルウェアは十分存在しなかったが、MEC-RM により、HTTP によりサーバに負荷をオフロードすることを可能とした。Requester/worker プログラムは Json-RPC で簡易に記述が可能であり、ThinClient から利用できる。このことにより、IoT デバイスやロボットなどの簡易なデバイスのみで、負荷の高い AI 処理をオフロードして実行するシステムを容易に構築し、スケールアップ、分散制御を実現できる。

西 G は、スマートコミュニティサービスおよび関連する M-KUBOS を用いたサービスアクセラレータに関する研究をまとめ、エッジに関連する IEEE 標準化に関し、チェアとして、IEEE P1451.1.6、メンバーとして、IEEE 2413、IEEE 2668、IEEE 2805.1 それぞれで貢献した。

若林 G はマルチ FPGA 用の設計環境の開発が最終段階に達し、複数の FPGA 基板を様々な形態で結合したネットワークに対して、C++ 言語で書かれたプログラムから回路を自動生成した上で、回路を自動分割する手法を開発した。この方法は M-KUBOS クラスタに限らず広く利用可能な手法である。

飯田 G は、天野 G と共同で 2022 年度に開発した新しい FPGA である SLMLET の実チップ評価を行い、この反省を元に SLMLET-2 の設計を行い、オリジナルな FPGA である SLM の IP 開発に関する様々なノウハウを得た。これに基づき最終年度で SLMLET-2 のチップ開発を行う予定である。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Kensuke Iizuka, Haruna Takagi, Aika Kamei, Kazuei Hironaka, Hideharu Amano, “Power Analysis and Power Modeling of Directly-connected FPGA Clusters,” IEICE Trans. IEICE Trans. Information and Systems, VOL.E106–D, NO.12 DECEMBER 2023.
- 2) Yasuyu Fukushima, Kensuke Iizuka, Hideharu Amano, “Parallel Implementation of CNN on Multi-FPGA Cluster”, IEICE Transactions on Information and Systems, Volume E106-D, No.7, Pages 1198-1208, 2023.
- 3) Takuya Kojima, Hayate Okuhara, Masaaki Kondo, Hideharu Amano, “A Scalable Body Bias Optimization Method Towards Low-Power CGRAs”, IEEE Micro, Vol. 43, no. 1, pp. 49-57, Jan.-Feb. 2023.
- 4) Kaoru Suzuki, Takumi Iguchi, Yuri Nakagawa, Midori Sugaya, A multi-modal interaction robot based on emotion estimation method using physiological signals applied for elderly, The 32nd

IEEE International Conference on Robot and Human”, 2023, pp. 2051-2057, 2023/8/30

- 5) Shogo Shimahara, Masato Nohara, Hiroaki Nishi, Access Control Management System for Edge Computing Environment Using Tag- Based Matching and Cache Injection, IEEJ Transactions on Electronics and Electronic Engineering, IEEJ Trans 2023, (Wiley Online Library), Vol. 18, No. 9, pp. 1472-1481,