

ALCA-Next

「グリーンコンピューティング・DX」領域

2024 年度 年次報告書

2023 年度採択

[研究開発代表者名:夏井 雅典]

[東北大学電気通信研究所 准教授]

[研究開発課題名:革新的不揮発グリーンコンピューティング基盤]

主たる共同研究者:

[弓仲 康史 (群馬大学大学院理工学府 教授)]

実施期間 : 2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

§1. 研究開発成果の概要

IoT 技術の発展に伴い、実世界とコンピューティングの架け橋となるセンサノードデバイスは増加・多様化の一途を辿っている。センサノードを基礎とするいわゆるエッジコンピューティングにおける主な課題の一つは、遠隔地への配置や長い寿命を前提とした多数のセンサノードに対する電力供給の問題であり、エナジーハーベスティングはこの課題を克服する有望なアプローチである。しかし、エナジーハーベスティングによって供給されるエネルギーは時間変動が大きく、かつ微小であることが多い。したがって、継続的な計算を行うためには、十分な容量の充電式バッテリーの搭載、もしくは定期的な外部不揮発メモリへのデータ退避・復帰処理が求められることとなり、前者はバッテリーの老朽化に伴う動作不全、後者は処理に要するオーバーヘッドといった課題がある。

以上の背景のもと、本研究開発課題では、エナジーハーベスティングにより供給される不安定かつ微小なエネルギーにおいても持続的・安定的な高度演算処理を保証可能とするレジリエントなエッジコンピューティング基盤技術の創出を目標とした研究を推進している。2024 年度は、(1) 不揮発ロジック活用による高効率間欠的コンピューティング技術、(2) 動的再構成機能を低オーバーヘッドで実装可能とするデバイス・回路技術、(3) 環境適応型高信頼 LSI 技術、および(4) 環境情報のセンシングおよび省エネルギー情報処理技術、の各開発項目について、2025 年度に計画している回路設計を見据え、その実現に必要な要素技術の抽出および基礎検討を行うとともに、具体的な要素回路およびアルゴリズムの設計開発を推進した。

【代表的な原著論文情報】

1. K. Asano, M. Natsui, and T. Hanyu, "Error-Tolerance-Aware Write-Energy Reduction of MTJ-Based Quantized Neural Network Hardware," IEICE Trans. on Information and Systems, Vol.E107-D, No.8, pp.958-964, 2024.
2. M. Natsui and T. Hanyu, "Design of an Intermittent-Computing-Oriented Nonvolatile Register with a Switching-Probability-Aware Store-and-Verify Scheme," IEEE Access, Vol.13, pp.38104-38114, 2025.