

革新的コンピューティング技術の開拓
2019 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

陳 オリビア

横浜国立大学 先端科学高等研究院
特任助教

アルゴリズム・ソフトウェア・ハードウェアの融合による
超低電力ニューラルネットワークの構築

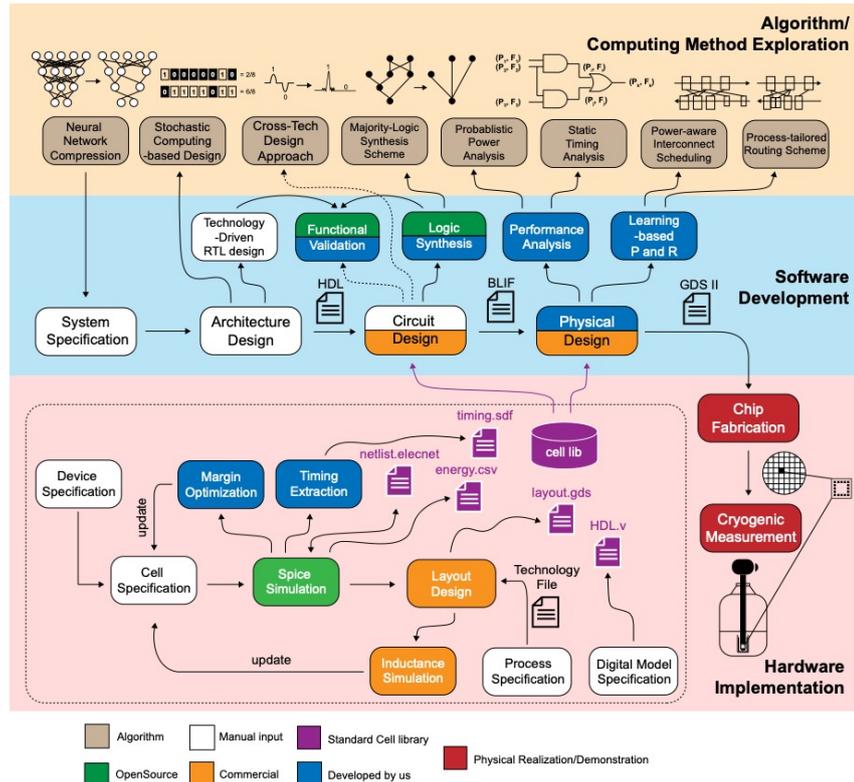
§ 1. 研究成果の概要

ここ数年で深層学習は沢山の注目を集め、様々なアプリケーションに応用されながら劇的な精度向上を果たしている。これらの多くは数百万から数十億の素子で構成され、複数のGPUとCPUの組み合わせによる超高速計算能力が重要な役割を果たしている。このような計算には大きな消費電力がともない、莫大なコストを必要とする。そこで本研究は、アルゴリズム、ソフトウェア、及びハードウェアを統合した超低電力ニューラルネットワークを提案する。一方、 stochastic演算は確率情報に基づき演算を行い、面積効率の良いハードウェアを実現しやすい方式として知られている。近年、画像処理やディープラーニングなど、エラーを許容可能なアプリケーションへの応用が盛り上がっている。

本研究では、低電力かつ高速動作などの特徴を持つ超伝導回路を用いることで、 stochastic演算に基づくニューラルネットワークのハードウェア実装を目指している。

本年度ではお主に、(1) 低電力超伝導回路を用いた真性乱数生成器の設計と評価；(2) 低電力超伝導回路と高速超伝導回路を用いた飽和型アップダウンカウンタの提案とシグモイド関数生成器 (SFG) の実現；(3) 今まで構築した自動化設計環境を改善するため、順序回路の論理合成と回路電力解析に関する研究を行った。

本研究成果の概要は、以下の図に示す通りである。



【代表的な原著論文情報】

- 1) “Low-autocorrelation random number generator based on adiabatic quantum-flux-parametron logic”, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 31, No. 5, pp. 1-5, 2021.
- 2) “Logic Synthesis of Sequential Logic Circuits for Adiabatic Quantum-Flux-Parametron Logic”, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, vol. 31, No. 5, pp. 1-5, 2021.