

氏 名 中原 康宏

#### 主論文審査の要旨

DNN は機械学習の一種であり、膨大なデータから自動的にそのデータの特徴を学習することができる。また、DNN はこれまでの機械学習と比較して大規模なモデルを作成することができるため、今までは対応できなかった複雑な問題にも対応可能である。一方で DNN は処理の高速化と低消費電力化が求められている。本研究では、様々な DNN モデルに対し低消費電力かつ高速に処理可能とする DNN アクセラレータについて、機能・構造の再構成性に着目し、3つの方式で研究を行っている。1つ目は再構成性をもつ DNN アクセラレータ ReNA チップ、2つ目は FPGA クラスタによる DNN アクセラレータ、そして3つ目は数値表現 Posit 用小面積積和演算器の DNN への適用である。これらの提案は、それぞれ実装し、具体的なデータに基づいて評価を行い、その有効性を客観的に検証している。

本論文は全 6 章で構成され、第 1 章では序論で研究の背景と本研究の目的について述べている。第 2 章は DNN アクセラレータの複数の課題について整理している。第 3 章は、本研究の中心的成果の一つである再構成性をもつ DNN アクセラレータ ReNA について提案し、そのアーキテクチャの概要、回路構造、シミュレーションによる精度評価、TSMC 22nm プロセスでの LSI による性能評価を行っている。第 4 章では、先の ReNA アーキテクチャを FPGA に適応した FPGA ReNA を提案し、理研の ESSPER システムを用いて評価している。第 5 章では、DNN 処理の演算表現について見直し、数値表現 Posit 用小面積積和演算器として、Float-like Quire 構造を提案し、ASIC 版 ReNA および FPGA 版 ReNA の両方へ適用した場合の評価を行っている。そして、最後の第 6 章では研究を総括し、今後の課題を述べている。

以上のように、この研究は再構成性に着目して DNN の高速化の手法を広く検討し、具体的な提案を実験によって、その有用性に関して評価結果を示している。この研究の主要な成果は、すべて第一著者として査読付き学術論文として 3 編採択されており、また、査読付き国際会議において 2 編の論文が発表済である。これは教育プログラムにおける学位審査基準（査読付き学術論文 1 編以上、国際会議論文 1 編以上）を満たしている。

#### 最終試験の結果の要旨

審査委員会は、本学位論文提出者に対して当該論文の内容ならびに関連分野の事項について試問を行った。その結果、当該研究分野及び関連分野について十分な知識と総合理解力、及び研究遂行能力があると判断した。また、論文作成ならびに口頭発表についても、研究者として十分な能力を備えていると認めた。

以上のことから、審査委員会は論文提出者が博士（工学）としての能力を十分に備えていると判断し、最終試験を合格と判定した。なお、学位論文のインターネット公表に関しては、内容の一部が雑誌などへ公表されていることから、要約のみとする。また本論文について、剽窃チェックソフトを用いて、剽窃のないことを確認した。

審査委員	工学専攻先端情報通信工学教育プログラム	教授	飯田 全広
審査委員	工学専攻先端情報通信工学教育プログラム	准教授	久我 守弘
審査委員	工学専攻先端情報通信工学教育プログラム	教授	尼崎 太樹