

# 自己組織化マップによって構成される Deep Neural Network のハードウェア指向アルゴリズム

田中 悠一朗<sup>†</sup>

† 九州工業大学工学部電気電子工学科

田向 権<sup>††</sup>

†† 九州工業大学大学院生命体工学研究科

## 1. はじめに

機械学習の一種である Deep Learning は近年、画像認識のコンテストにおいて他の既存の手法に大きな差をつけて優勝するなど、画像認識の分野において最も強力な手法の一つである。しかし、Deep Learning を行うには膨大な計算量が必要であり、CPU による処理のみでは非常に時間がかかるという問題点がある。最近では GPU の並列処理を用いることで高速に処理する方法が多く用いられるようになってきている。

Field Programmable Gate Array (以下、FPGA) は内部の回路を書き換えることが可能な LSI である。FPGA の内部の回路は並列演算が可能であり、ノイマン型アーキテクチャとは異なりデータパスを自由に構築できるため、CPU や GPU によるコンピューティングでボトルネックとなっていた頻繁なメモリアクセスの必要がなくなり、より高速な処理が可能となる。さらに、処理あたりのクロック回数が比較的少ないので、消費電力が低いという利点もある。その一方で FPGA にはリソース制約があり、内部に書き込む回路規模には限界がある。したがって FPGA に書き込む回路はリソース制約を満たすように設計する必要がある。

## 2. 自己組織化マップを応用した Deep Neural Network とそのハードウェア指向アルゴリズム

自己組織化マップ (Self-Organizing Map: SOM) [1] はニューラルネットワークの一種である。SOM は規則的に並んだニューロンによって構成され、各ニューロンは入力ベクトルと同じ次元数の重みベクトルを持ち、それを更新することで学習する。学習の結果、ニューロンは意味を持つ並びに自動的に組織化され、互いに類似したニューロン同士が近くに配置されるようになる。

自己組織化マップを多段に組み合わせることで手書き文字画像 [2] を学習する Deep Neural Network (以下、DNN) を構築する手法 [3] が研究されている。図 1 に SOM によって構成される DNN のアーキテクチャを示す。ネットワークは 100 個のニューロンからなる SOM をモジュールの基本単位として構成される。各 SOM モジュールはひとつ前の層からの部分入力を受け学習を行う。各ニューロンは入力と重みとの内積を計算し、SOM モジュール内のニューロンで最も大きな値を持つニューロン (勝者) の出力を 1.0 とし、その近隣のニューロンの出力は勝者との距離に依存して減衰する値を出力する。

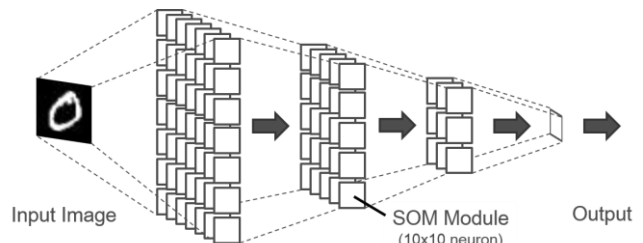


図1. SOM によって構成される DNN のアーキテクチャ

この DNN の事前学習は、SOM の競合学習を用いる。ここでは入力ベクトルに対する勝者ニューロンを探索し、勝者とその近傍のニューロンの重みベクトルを入力ベクトルに近づけるように更新する。事前学習によって得られたパラメータは Learning Vector Quantization を基にした先行伝播学習法と呼ばれる教師あり学習でファインチューニングを行う。ここでは学習ベクトルをネットワークに入力した際の出力が教師ラベルと同じか否かで学習の強化と減衰を切り替えて学習を行う。

DNN を FPGA に実装すれば高速な学習が可能となる。しかし DNN の構造は大規模であり、FPGA のリソース制約を満たすことは容易ではない。本研究では、DNN を FPGA に実装するためのハードウェア指向アルゴリズムを提案する。浮動小数点型の変数を整数型に変更し、乗算をビットシフト演算に置き換えるなどの改変を施したアルゴリズムによるシミュレーションの結果、事前学習によって 74.1% の正答率 ([3] の論文では 82.8%) が得られた。

## 3. まとめ

本稿では自己組織化マップを応用した DNN のハードウェア指向アルゴリズムを検討した。この DNN によって得られた結果は一般的な DNN と比べ正答率が低いため、今後はパラメータの改善をするとともに FPGA 実装を目指す。

## 参考文献

- [1] Teuvo Kohonen, "Self-organized formation of topologically correct feature maps," Biol. Cybern., 43, pp. 59-69, 1982.
- [2] THE MNIST DATABASE of handwritten digits, <http://yann.lecun.com/exdb/mnist/>, (2016/02/04 アクセス)
- [3] 篠崎隆志, 成瀬康, "順行伝播する教師信号によるディープネットの新しい学習法," 人工知能学会全国大会論文集 28, pp. 1-4, 2014.