

hw/sw 複合体による大規模計算システムと ニューラルネットワーク応用への検討

堀 三晟[†] 鈴木 章央[†] 関根 優年^{††} 田向 権[†]
[†] 九州工業大学大学院生命体工学研究科 ^{††} 東京農工大学大学院工学府

1. はじめに

近年、再びニューラルネットワークを用いた人工知能の研究開発が注目を集めている。しかしながら、大規模なニューラルネットワークを構築し運用するためには、コンピュータの性能向上が著しい昨今であっても、十分な演算性能と演算速度を得ようとすれば大規模な計算資源が必要となる。そこで本研究では、FPGA を用いた Hardware Software 複合体(hw/sw 複合体)[1]によって大規模な計算システムを構築し、これまでのノイマン型コンピュータによる計算システムよりも小型・低消費電力で高速なシステムを目指す。また、この計算システムでニューラルネットワークを構築することで規模の大きなニューラルネットワークを高速で計算することを目指す。

2. hw/sw 複合体

hw/sw 複合体とは、内部回路を書き換え可能な半導体である FPGA(Field Programmable Gate Array)に対してオブジェクト指向を導入し、ハードウェアをコンピュータシステムの一部に組み込んだものである。これにより、ハードウェアがもつ演算の並列性とコンピュータシステムにおける CPU の高度な演算性能を共に有するシステムを構築することができる。

この hw/sw 複合体を実現するためのハードウェア側プラットフォームとして、hwModuleと呼ばれる FPGA 搭載ボードが開発されている。この hwModule 内に、演算を行う回路である hwNet(hardware net)が書き込まれ、HOST PC に接続され hwObject として扱われる。HOST PC 側のソフトウェアからはハードウェアの詳細なアクセス手続きの知識を必要とせず hwObjectInterface を介して、hwObject にアクセスし、データの書き込み及び計算結果の読み込みなどが可能である。なお、既存の hwModule は PCI バスによって HOST PC と接続されており、図 1 のような構成となっている。

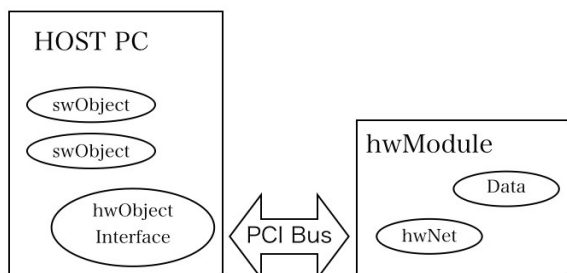


図 1. hw/sw 複合体の構成

3. ニューラルネットワークへの応用

現在、hw/sw 複合体に実装するニューラルネットワークとして制約付きボルツマンマシン(Restricted Boltzmann Machine:RBM)[2]を検討している。RBM は図2のような構造のニューラルネットワークであり、可視層と隠れ層から構成される。これは、パターンの記憶と想起が可能なネットワークとして知られるホップフィールドネットワークの弱点を改良したボルツマンマシンの構造に対して、同じ層内のノード同士は結合しないという制約を付加したものである。

この RBM を多段に接続することで Deep Neural Network を構築することができ、現在研究が盛んな Deep Learning に応用することができる。

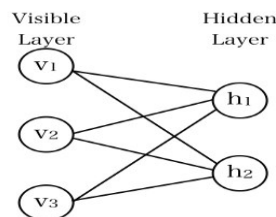


図 2. RBM の構造

4. 今後の課題

今後、hw/sw 複合体を用いて、RBM 等のニューラルネットワークを大規模に構築し、その性能評価を行う。

また、既存の hw/sw 複合体プラットフォームである hwModule は作製から年数が経過しているため、実装できる回路規模に限りがある。今後は、FPGA スパコン[3]や、新たなデバイスを用いた FPGA ボードの利用で、より大規模な回路を実装できるように開発環境の改善も行っていく。

参考文献

- [1] 田向 権, 関根 優年, “ニューラルネットワークのハードウェア実装とそのシステム化へのアプローチ,” 日本神経回路学会誌, Vol. 20, No. 4, pp. 166-173, 2013.
- [2] Asja Fischer, Christian Igel, “An Introduction to Restricted Boltzmann Machines,” Lecture Notes in Computer Science, Vol. 7441, pp. 14-36, 2012.
- [3] Jiang Li et al., “A Multidimensional Configurable Processor Array -Vocalise,” IEICE Trans. on Information and Systems, Vol. E98.D, No. 2, pp. 313-324, 2015.