

# 異なる時定数を有するモジュラーニューラルネットワークの性能調査

添野 里衣子<sup>†</sup> 早川 吉弘<sup>††</sup>

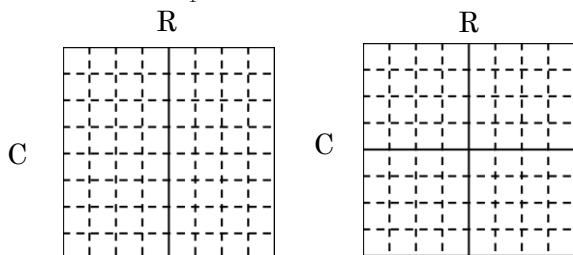
<sup>†</sup> 仙台高等専門学校 情報電子システム工学専攻 <sup>††</sup> 仙台高等専門学校 情報システム工学科

## 1. はじめに

実社会には、スケジューリングや物流の最適化など、組み合わせ最適化問題として扱える問題が多数存在するが、これらの問題は問題サイズに対して解の探索数が指数関数的に増加するという困難性を持つ。ニューラルネットワーク(NN)は、原理的にはニューロンの並列分散動作による高速な処理が可能であるため、これらの問題を高速に解く手法として期待される。しかし、現状ではシミュレーションによる実現のため、本来の並列性が失われ、再び計算時間の問題が生じてしまう。この問題に対し、多数のCPUを並列動作させることを指向したモジュラーニューラルネットワーク(MNN)が提案されており、計算時間の短縮や正解率の上昇といった収束性の向上が示されている[1]。しかし、これまでのMNNはすべてのモジュールが同じ特性を持つことを仮定したものであり、これを実装するには同じスペックを持つ多数のCPUを要求するが、これには莫大なコストがかかる。そこで本研究では、各モジュールに異なる時定数を与えることにより、異なる計算速度を持つCPUでMNNの処理を行う際のネットワークの性能の調査を行ったので報告する。

## 2. 数値実験

本研究では、ニューロンモデルとしてHopfieldモデル[2]を用い、組み合わせ最適化問題としてN-Queen問題を扱った。MNNの分割は、図1(a)に示すような、縦方向に $R=N/2$ 分割、横方向に $C=1$ 分割となる短冊状の分割と、図1(b)に示すような $R=N/2, C=N/2$ ( $N$ は問題サイズ)となるブロック状の分割の2種類とし、ある一つのモジュールにのみ他とは異なる時定数 $\tau_1$ を与え、正解率の調査を行った。



(a)短冊状の分割 (b)ブロック状の分割

図1 MNNの分割

図2では、モジュール同士の通信の間隔 $T_{com}$ を $0.30\tau$ 一定として計算を行った。短冊状の分割では $\tau_1$ を大きくしていくと正解率が下がる傾向が見られたが、今回使用したすべての $\tau_1$ ではHopfieldモデルよりも高い正解率を得ることができた。ブロック状の分割においては $\tau_1$ による正解率の

違いはほとんど見られないが、Hopfieldモデルでの正解率を維持できなくなっている。これは、ブロック状の分割では制約条件をすべて分断していることに原因があると予想される。図3ではブロック状に分割した8Queen問題において、MNNの収束過程に大きな影響がある $T_{com}$ を変更し、同じ時定数を持つMNNと異なる時定数を持つMNN(D-MNN)の正解率を調べた。結果より $T_{com}=0.01\tau$ から $0.20\tau$ ではMNN,D-MNNともにHopfieldモデルと同程度もしくはそれ以上の正解率を得ることができた。

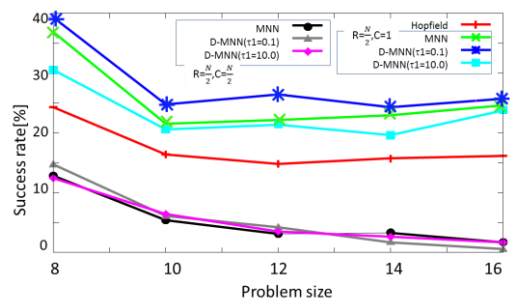


図2 正解率の問題サイズ依存性

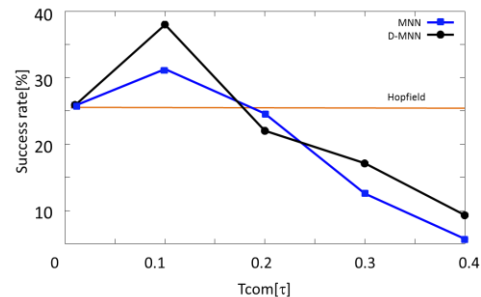


図3 ブロック状分割の正解率の通信間隔依存性(8Queen)

## 3. まとめ

N-Queen問題にD-MNNを適用し、性能の調査を行った。短冊状の分割、ブロック状の分割ともに適切な通信間隔 $T_{com}$ を設定することで、D-MNNでもMNNと同程度の特性を得られることが確認できた。

今後は、D-MNNの時定数の設定に依る計算時間について調査を行い、その後MNNによる性能向上の原因を検討する予定である。

## 参考文献

- [1] Y. Hayakawa, D. Sasaki and K. Nakajima, Proc. Nolta2012.,pp.723-726, 2012
- [2] J.J. Hopfield and D.W. Tank. "Neural computation of decisions in optimization problems."Biol. Cybern., vol.52, pp.141-152, 1985.