

# DS-net を用いた TSP 解探索手法の詳細調査

奥田 光<sup>†</sup> 早川 吉弘<sup>††</sup>

† 仙台高専 情報電子システム工学専攻

†† 仙台高専 情報システム工学科

## 1. はじめに

組み合わせ最適化問題の解探索を行う手法の一つとして、ニューラルネットワークを用いた最適化システムの研究が行われている。また、従来の Hopfield 型のニューラルネットワークで組み合わせ最適化問題を解く場合、極小値問題によって高い正解率の実現が困難であったが、アクティブニューロン的一种である逆関数遅延モデル(ID モデル)[1]を用いることで極小値問題の回避が可能となることが報告されている。しかしながら、巡回セールスマン問題(TSP)のようなコスト項を必要とする問題では、高次シナプス結合[2]を用いる必要があり、結合数の増加に伴い計算コストも増加するという問題点が指摘されていた。この点に関しては、Dynamic-Static Neural Network(DS-net)[3]を採用し、制約条件項を扱うネットワークとコスト項を扱うネットワークを個別に用意することで解決法が示されている。しかしながら、その性能とニューロンモデルのパラメータ間の関係は未だ明らかにはされていない。本研究では、この点を明らかにすることを目標として、数値実験により ID モデルの重要なパラメータと性能の関係性を調査した。

## 2. Dynamic-Static Neural Network

Dynamic-Static Neural Network(DS-net)[3]は、二つのサブネットにより構成されているネットワークであり、一方のサブネットはダイナミックな動作をし、もう一方はスタティックな動作をする。文献[3]の中で、筆者らは DS-net の拡張を行っており、

$$\begin{cases} \text{minimize } F(x) = -1/2 x^T W x - I^T x \\ \text{subject to } h_i(x) \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

の埋め込みを提案している。ここでダイナミック動作をするサブネットが  $F(x)$  の項を最小化する動作を担っており、コスト項として考えられている。これは Hopfield モデルで用いられているエネルギー関数と同じものであり、制約条件項と読み替えることが出来る。一方で、 $h_i \leq 0$  を扱うサブネットはスタティックな動作をし、制約条件が満たされない時に違反情報を瞬時に出力する。ここでコストがある基準値以下(以上)であることを要求する問題と読み替えれば、本研究の目的である制約条件項とコスト条件項を個別のネットワークで扱うことが可能となる。

本研究では、この DS-net を利用してエネルギー関数の機能分離を図った。また、解探索の際に生じる極小値問題の回避手法として ID モデル[1]を用いた。

## 3. 数値実験・結果

本ネットワークに ID モデルを導入し、TSP の解探索を行った際の正解率とパラメータの関係性を調べた。ID モデルの主要なパラメータ  $\alpha$  と正解率の関係性を図 1 に示す。ここで、図 1 の D はコスト条件項の重みづけを担うパラメータである。図 1 より、パラメータ  $\alpha$  の値が増加するほど正解率は減少傾向にあることが確認できた。パラメータ  $\alpha$  と正解率との関係性の調査は先行研究[4]でも行われており、文献[4]では通常 ID ネットワークを N-queen 問題に適用した場合、 $\alpha$  の値が増加するほど正解率が向上することが報告されている。つまり、DS-net の考え方を取り入れた本ネットワークとパラメータ  $\alpha$  の関係性は文献[4]の結果と逆の性質を示していることになるため興味深い。

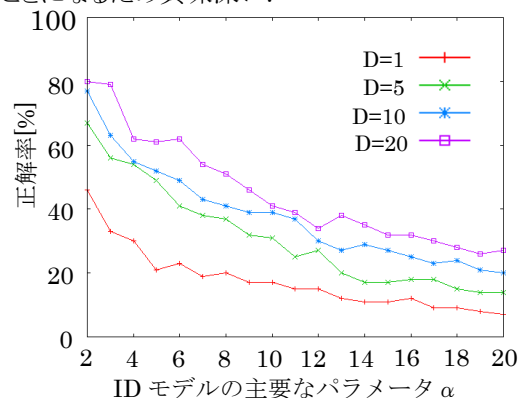


図1. 正解率とパラメータ  $\alpha$  の関係

## 4. まとめ・今後の予定

本報告では、DS-net に ID モデルを導入した巡回セールスマン問題の解探索システムについて、正解率と ID モデルの動作パラメータ  $\alpha$  の関係性を調査した。その結果、N-queen 問題などを扱う従来の ID ネットワークとは異なり、 $\alpha$  の増加に対して正解率が下がる結果を示すことがわかった。このパラメータ  $\alpha$  依存性の差異については、詳細な調査が必要であり、今後の検討課題である。

## 参考文献

- [1] K. Nakajima and Y. Hayakawa, Proc. 2002 International Symposium on Nonlinear Theory and its Applications, pp.861-864, 2002
- [2] Takahiro Sota et al, Nonlinear Theory and Its Application, IEICE, Vol.2, No.2, pp.180-197, 2011.
- [3] 近松良知, 阿江忠, 山下雅史, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J78-D-II No.3, pp.532-539
- [4] 佐藤朱里, 早川吉弘, 中島康治, 電子情報通信学会論文誌 A