

3つのクローニングテンプレートを持つヘキサゴナル型 セルラーニューラルネットワークの提案

Proposition of Hexagonal Type Cellular Neural Networks Using Three Kind of Cloning Templates

田中 麻奈 細川 康輝 西尾 芳文
 M. Tanaka¹, Y. Hosokawa¹, Y. Nishio²
 (¹ 四国大学, ² 徳島大学)

1 はじめに

Chua と Yang が提案した CNN[1][2] は、相互結合型ニューラルネットワークの一種で、相互結合型であるにも関わらず集積化しやすい構造で、並列処理できることから注目され、研究が行われ続けている。3つのセルからなる CNN において、Zou[3] はカオス現象が見られることを報告している。この研究では、2つの場合の発振条件などを明らかにし、さらに、3つの場合についてカオス現象が起こることを示しているが、1種類のパラメータのみの報告で、分岐現象などには触れられておらず、結合系などの報告もなされていない。しかしながら、3種類のテンプレート値を組み合わせた CNN は、カオス現象が起こることを示しており、パラメータの設定によって新たなカオス結合系であるともいえる。

本研究では、3つのクローニングテンプレートを持つヘキサゴナル型セルラーニューラルネットワークを提案し、提案システムに見られるカオス現象とテンプレート値の関係について基礎的な調査を行う。

2 提案システム

提案システムを図1に示す。六角形がセルを表し、 α 、 β 、 γ の3種類の異なるクローニングテンプレートをそれぞれ持つ。ヘキサゴナル型にすることによって、3種類が均一に配置される。さらに図のように6つのセルを単位として配置することで、トーラス環を構成することも容易である。

3 シミュレーション

調査を簡単にするため、それぞれのテンプレート値を以下のように定義する。

$$A_\alpha = \begin{pmatrix} k & l & l \\ l & 1.24 & k \\ k & l & k \end{pmatrix}, A_\beta = \begin{pmatrix} -m & k & -m \\ k & 1.1 & -m \\ -m & k & -m \end{pmatrix},$$

$$A_\gamma = \begin{pmatrix} l & m & l \\ m & 1.0 & l \\ l & m & l \end{pmatrix}, B_\alpha = B_\beta = B_\gamma = 0, I_\alpha = I_\beta = I_\gamma = 0.$$

3セルのみでパラメータ k を変化させた場合のシミュレーション結果を図2に示す。図2では、 $k = -1.0000$ から減少させており、周期解 (a) から、2周期 (b)、4周期 (c) と周期倍分岐を経て、カオス (d)、(e)、(f)、(h) へと至る分岐現象が見られる。さらに、(g) の窓も見られる。その後、周期解 (i) となる。パラメータ l および m を変化させた場合にも同様に周期倍分岐現象やカオス現象が確認できた。セルを周期境界条件で結合した場合についても調査しており、複雑な振る舞いを見せることを確認している。

4 まとめ

本研究では、3つのクローニングテンプレートを持つ

ヘキサゴナル型セルラーニューラルネットワークを提案し、提案システムに見られるカオス現象とテンプレート値の関係について基礎的な調査を行った。すでに、6セルを周期境界条件で結合した場合についても調査しており、複雑な振る舞いを見せることを確認していることから、さらに詳細な調査と解析によって新たな知見が得られることが期待できる。

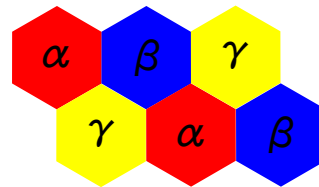


図1：3つのクローニングテンプレートを持つヘキサゴナル型セルラーニューラルネットワーク

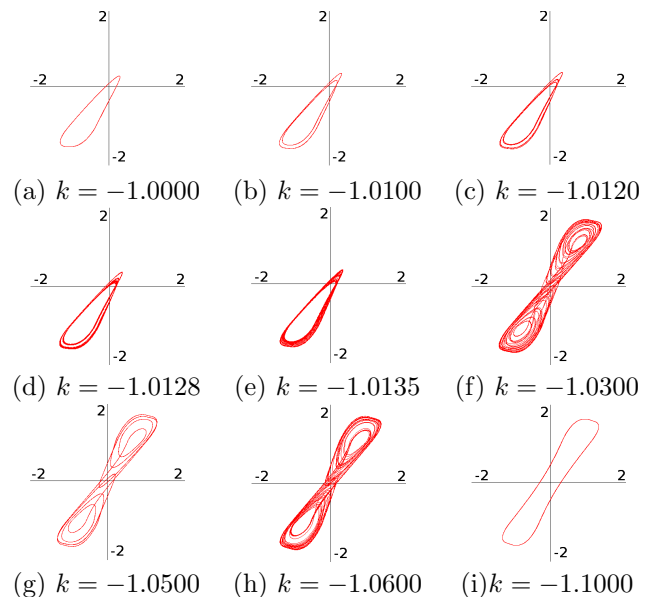


図2：シミュレーション結果. $l = -1.07$, $m = 1.47$

参考文献

- [1] L. O. Chua and L. Yang, "Cellular Neural Networks: Theory," *IEEE Trans. Circuits Syst.*, vol. 35, no. 10, pp. 1257–1272, 1988.
- [2] L. O. Chua and L. Yang, "Cellular Neural Networks: Applications," *IEEE Trans. Circuits Syst.*, vol. 35, no. 10, pp. 1273–1290, 1988.
- [3] F. Zou, and J. A. Nossek, "Bifurcation and chaos in cellular neural networks," *IEEE Trans. Circuits Syst. I*, vol. 40, no. 3, pp. 166–173, 1993.