

図地分離モデルにおける複雑ネットワーク効果の解析

D-2

Complex Network Effects of the Figure/Ground Segregation Model

米山 明宏[†] 菊池 眞之[†]Akihiro Yoneyama[†] Masayuki Kikuchi[†][†]東京工科大学大学院バイオ・情報メディア研究科[†]Graduate School of Bionics, Computer and Media Science, Tokyo University of Technology

1. はじめに

世の中に存在するネットワークにはスモールワールド性などの複雑ネットワーク特有の性質が現れる。脳神経ネットワークもこのような性質を持っている可能性があることが指摘されているが、その具体的メリットについては未解明な部分が多い。本研究では脳の視覚系にもこのような性質があると仮定し、その仮定に従ってスモールワールド性を図地分離モデルに適用し、どのような効果が現れるのかを解析した。

2. モデル

人間が物を見て知覚するプロセスのうち、「図地分離」という物体輪郭の内側・外側を特定する処理が存在する。図 1 は図地分離がどのようにニューラルネットワークで実現されているかを表す処理の神経回路モデルの模式図である[1]。輪郭が入力として呈示されると、輪郭に沿った2サイドの連鎖状の細胞群のうち、輪郭の彎曲内側のものに曲率に比例した初期値が与えられ、同じ側の細胞群には反応平滑化信号が伝播し、反対側の細胞間では相互抑制信号が伝播する。信号が伝播していき、反応が収束すると、輪郭の内側を表す細胞群だけが連続発火するようになる。

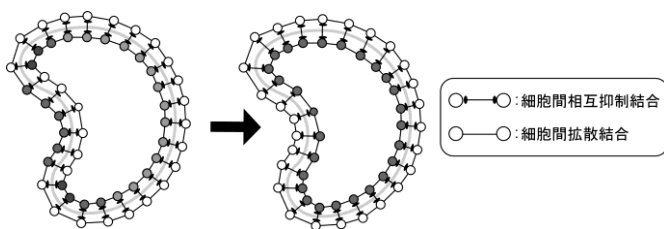


図 1 Kikuchi&Akashi モデル[2]

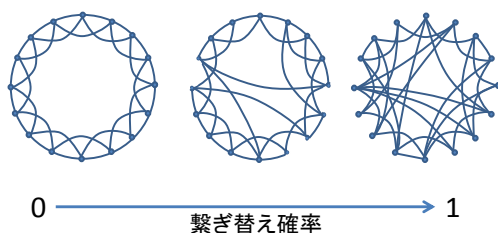


図 2 ワッツ・ストロガッツモデル

本研究で使用するスモールワールド性生成モデル[2](図 2)は、閉じた 1 次元格子グラフの各辺を一定の繋ぎ替え確率によって繋ぎ替えていくことによりグラフの無秩序さを調節するモデルである。

本研究では元のモデル[1]をテンポラルコーディングに拡張し、反応平滑化には局所平均を取ることにした。また、細胞のモデルに Izhikevich モデルを使用した。

3. シミュレーション結果

呈示パターン数、繋ぎ替えによって生成されたネットワーク数ともに 500、繋ぎ替え確率 0, 0.01, 0.042, 0.1, 1 で、反応が収束するまでシミュレーションをした。

本研究でスモールワールド性が最も良く現れたのは繋ぎ替え確率 0.042 のときであり、繋ぎ替え確率 0 及び 1 との間で有意差($p < 2e-16$)が見られた。

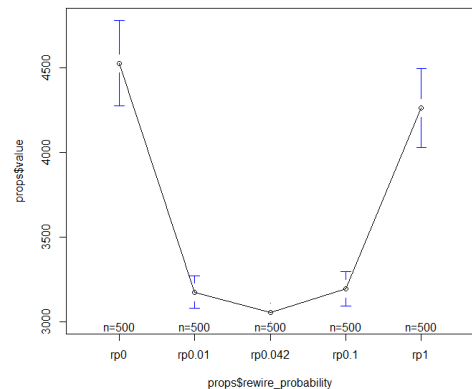


図 3 各繋ぎ替え確率における反応収束までの反復計算回数

4. 考察

本研究のシミュレーションにより、スモールワールド性の高いときに反応が速くなることが分かった。今後は図地分離だけでなく輪郭統合などの他の視覚系モデルに対しても検討していくことが課題である。

文 献

- [1] M. Kikuchi & Y. Akashi, LNCS2130, pp.1069-1074, 2001.
 [2] D. J. Watts, S. H. Strogatz, Nature, vol.393, no. 6684, pp.28-836, 1998.