

1次視覚野における皮質拡大の自己組織化

高木 智史[†] 平原 誠[†]

[†] 法政大学大学院理工学研究科

1. はじめに

本研究では、1次視覚野(V1)における単純型細胞の学習により、自己組織的に皮質拡大を形成するモデルを提案し、数値実験により動作確認することを目的とする。

2. 1次視覚野の特徴

1次視覚野の特徴として以下の3点が知られている。

- ・皮質拡大:1次視覚野の細胞の数は視野位置と関係があることが知られている。視野の中心付近の処理を担う細胞の数は周辺を担う細胞の数に比べて著しく多い。
- ・レチノトピー:網膜の特定部位が1次視覚野の特定部位に空間的な隣接関係を保った状態で結びついていることが知られている。
- ・方位コラム:V1 において方位選択性を持つ細胞は無秩序に分布せず規則的に配列しており、方位が連続的に変化することが生理実験にて確認されている [1]。

3. 学習モデル

上記3点の1次視覚野の特徴を自己組織的に学習するモデルを構築する。学習には自己組織化マップ(SOM) [2]を用いる。2次元空間内(単眼視野を想定)に乱数で2点を選び、それを結んだ線分に中心からの距離が大きくなるにつれ分散が大きくなるガウシアンフィルタを掛けたものを入力画像とした。モデルは格子状に配列された単純型細胞群(V1層)を持ち、各細胞は入力画像と結びついている。それらの結びつき強度を参照ベクトルと呼び、繰り返し学習によりこれを更新していく。

4. 結果と考察

図1は学習後の2つの単純型細胞の参照ベクトルであり、要素が1に近づくほど明るく、0に近づくほど暗くなるように表示している。左図は視野の中心を担う細胞の参照ベクトルであり、方位選択性が強くなっていることがわかる。右図は視野の周辺を担う細胞の参照ベクトルであり、左下部に選択性はあるが方位選択性は弱いことがわかる。

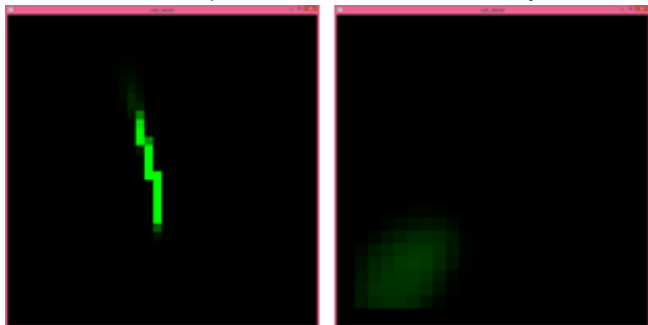


図1 ある一つの単純型細胞の参照ベクトル

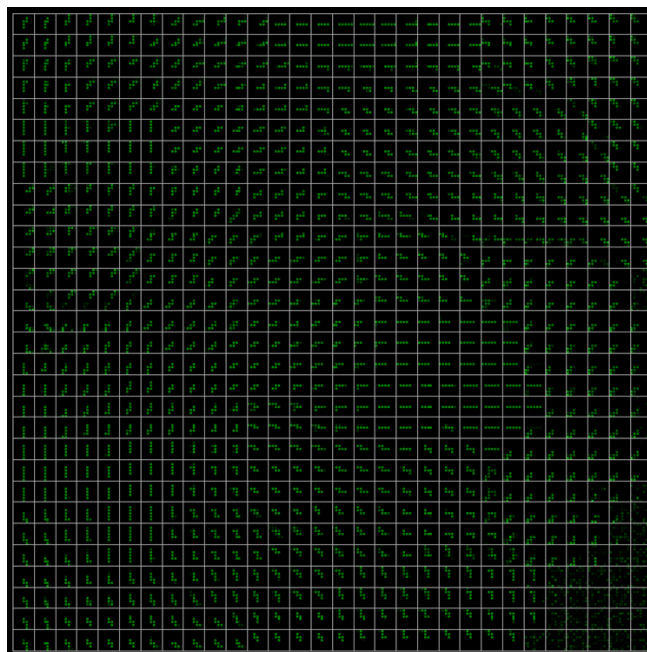


図2 格子状に並んだV1層

図2は単純型細胞の参照ベクトルを格子状に並べたものである。視野の中心部を担う細胞数は多く、視野の周辺部を担う細胞数は少なくなっており、皮質拡大が再現できている。

また視野の中心を担う細胞は方位選択性が強くかつ、選択方位が連続的に変化していることから方位コラムが再現できている。

加えて、中心を担う細胞群と周辺を担う細胞群がそれぞれ集まっており、なだらかに中心から周辺へ切り替わっている様子が確認できる。このことからレチノトピーが再現できている。

以上よりモデルは上述した1次視覚野での特徴を再現することができた。

5. 今後の課題

生物学的にみて不自然な点をなくし、実際の1次視覚野での皮質拡大により近づけることが今後の課題である。

参考文献

- [1] Obermayer K.,BlasdelG.G.(1993):J.Neurosci.,13,4114-4129.
 [2] Kohonen T. (1982): Biol. Cybern., 43, 59-69