

Title	自己組織多重マップについて
Author(s)	白倉, 準
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42410
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	白倉 準
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15752 号
学位授与年月日	平成12年10月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム人間系専攻
学位論文名	自己組織多重マップについて
論文審査委員	(主査) 教授 佐藤 俊輔 (副査) 教授 潮 俊光 教授 前田 肇 教授 野村 泰伸

論文内容の要旨

大脳皮質と感覚受容細胞配列の間に存在するトポグラフィックマッピングをモデル化しようとする試みは20年以上前から行われてきた。これまでに存在する多くのトポグラフィックマッピングのモデルにおいて、信号は単一のクラスタを成しているものとして考察が行われてきた。信号が複数のクラスタを成しているとして考察を行ったものはこれまで存在していなかった。

大脳皮質の高次領野が処理する情報は、高次元空間のところどころにクラスタを成しており、個々のクラスタは高々数個のパラメタで記述でき、互いにほぼ無相関だと仮定する。そのような情報を一枚の神経場にマップする一つの方法は、神経場をクラスタの数だけの小領域に分割し、それぞれの小領域に一つのクラスタのマップを作ることであるが、筆者らは、もう一つの選択肢として、各クラスタのマップを一枚の神経場全体に互いに重ね合わせた多重マップとして実現する方法を提案し、甘利の学習神経場モデルを発展させて自己組織的に多重マップを作ることに成功した。甘利の学習神経場モデルは一枚の神経場と一つの抑制性細胞からなるモデルであるが、自己組織多重マップモデルでは抑制性細胞を複数個用意し、それらをクラスタ検出細胞として用いる。クラスタごとに抑制性細胞が用意されていることにより、学習過程において、神経場の学習が直交した各クラスタごとに独立に行われるようになり、各クラスタのマップが互いに重なり合うようになる。自己組織多重マップモデルにおいては弱い相関を持たせた2つのクラスタについてのマップが、クラスタ間の相関により、互いに引き込まれる。

これにつづいて、自己組織多重マップモデルのクラスタ検出細胞層に近傍関数を導入し神経場として扱うという拡張を行い、主成分分析を行うことができる新しい層構造自己組織マップモデルを提案する。このモデルは自己組織多重マップモデルが持つ性質をそのまま受け継いでいる。単一のクラスタを第1層の神経場により複数のクラスタに分類し、それらをさらに第2層で重ね合わせることで、2枚の神経場が単一のクラスタの分布を有意義に表現することができる。第2層における重なり合いの機構は自己組織多重マップモデルにおけるクラスタ間相関による引き込みにより説明できる。このモデルは入力信号の情報表現形式をうまく選ぶことにより非線形主成分分析に適用できる可能性を持っている。

さらに、層型自己組織多重マップモデルのさらなる拡張としてフィードフォワード型またはリカレント型の多層構造の自己組織マップモデルを提案する。このモデルは抑制的に相互作用する複数の学習神経場からなっており、これまでに提案してきた自己組織多重マップモデルを発展させたものである。非線形主成分分析のためにはフィードフォ

ワード型のモデルで十分であるが、神経場の間に対称な抑制性結合を持つリカレント型のモデルはさらに興味深い性質を持っている。

本論文で提案するモデルの機能は数値計算により確認されている。

論文審査の結果の要旨

本論文は大脳皮質と感覚受容細胞配列の間に存在するトポグラフィックマッピングが形成される過程のモデル化とその応用にかかわるもので、5章からなる。

第1章では、論文の背景、とくに、von der Malsburg に始まり甘利によって理論化され、Kohonen によって単純化されたトポグラフィックマッピングモデルの概要を紹介した。これらのモデルは、信号は単一のクラスタを成すと仮定し、そのクラスタ内の信号の隣接関係を Hebb 学習により神経場上にマップするものであった。また、本論文の数学的準備を与えた。第2章では多重マップの自己組織化について述べた。入力信号の全体は、互いにほぼ無相関な複数のクラスタを形成していると仮定する。甘利の学習神経場モデルは一枚の神経場と一つの抑制細胞からなるモデルであるが、自己組織多重マップモデルでは抑制性細胞を複数個用意し、それらをクラスタ検出細胞として用いた。それによって神経場の学習が各クラスタごとに独立になされ、各クラスタのマップが神経場上に互いに重なり合うようになる。第3章では、2つのクラスタが弱い相関を持つ場合を扱った。自己組織多重マップモデルではこの2つのクラスタについてのマップが、相関により互いに引き込まれることを示した。第4章では、自己組織多重マップモデルのクラスタ検出細胞層に近傍関数を導入することによって神経場に拡張した層型自己組織マップモデルを提案した。このモデルは自己組織多重マップモデルが持つ性質やその他の性質を備えている。第5章では、層型自己組織多重マップモデルのさらなる拡張としてフィードフォワード型またはリカレント型の多重構造モデルを提案した。このモデルは抑制的に相互作用する複数の学習神経場からなる。フィードフォワード型のモデルは非線形主成分分析に利用できること、神経場の間に対称な抑制性結合を持つリカレント型のモデルはさらに興味深い性質を持つことを示した。提案したモデルの機能を数値計算により確認した。

このように、本論文は、自己組織化多重マップモデルとその拡張モデルの提案を通じて、神経回路網理論の分野の発展に貢献した。よって博士（工学）の学位論文として価値があると認める。