

Title	Image Processing and Pattern Association Based on Super-vised Learning in Neural Networks
Author(s)	張, 偉
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/37286
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名・(本籍)	張	偉
学位の種類	工 学 博 士	
学位記番号	第 9 7 4 5 号	
学位授与の日付	平成 3 年 3 月 26 日	
学位授与の要件	工学研究科 応用物理学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当	
学位論文題目	Image Processing and Pattern Association Based on Supervised Learning in Neural Networks (ニューラルネットワークに於ける教師付き学習法に基づく画像処理と連想記憶)	
論文審査委員	(主査) 教授 一岡 芳樹 教授 樹下 行三 教授 志水 隆一 教授 南 茂夫 教授 興地 斐男 教授 豊田 順一 教授 後藤 誠一	

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、ニューラルネットワークの学習の汎化能力の向上、画像処理とパターン認識への応用、および、光学的実現方法についての研究をまとめたもので、8章から構成されている。

第1章緒論では、脳とコンピュータのそれぞれの特徴を比較し、ニューラルネットワークの研究の意義と背景について述べている。そして、ニューラルネットワークの基本構成、学習方法および研究の現状について概説し、学習の汎化の問題の重要性を指摘している。

第2章では、シフトインバリエントな画像処理とパターン認識の際、誤差逆伝播学習法に基づくニューラルネットワークの汎化能力を高めるため、局所位置不変な接続を持つシフト・インバリエントな誤差逆伝播モデル(FELSI)を提案し、その学習アルゴリズムを導いている。

第3章では、提案したモデルとその教師付き学習法を用いて、角膜内皮写真の細胞膜の抽出を行い、従来の方法と比べて良好な結果を得ている。さらに、モデルの内部表現と学習の汎化能力に対するネットワーク構造、および、過学習の影響について調べて、いくつかの実験的な対策を提案し、それらの有効性を示している。

第4章では、FELSIモデルによるパターン認識の実験とその光学系による実現について述べている。実験では、四つのアルファベット文字をいくつかの回転角度で学習させることによって、FELSIモデルが位置不変性だけでなく、回転不変性をも持つことを示している。さらに、FELSIモデルの光学系による実現方法を提案し、その中で接続素子として用いたホログラムが満たすべき条件を解析している。

第5章では、提案したモデルにおいて、高い汎化能力を持つ最適な構造を決定するため、ネットワー

クの複雑さを表す関数として接続パターンのエントロピーを定義し、それを最小にするという制限付き学習法を提案し、シミュレーションでその有効性を実証している。

第6章では、ニューラルネットワークで連想メモリを実現する場合、ニューロンの状態がバイポーラ・アナログであるとき、連想率が一番高いことをシミュレーションで示している。そして、光学系によるバイポーラ・アナログ連想メモリを実現するスペースコーディング法を提案している。さらに、システムを試作して実験を行い、シミュレーション結果と実験結果とがよく一致することを示している。

第7章では、ニューロンの数値表現において多値ニューロンモデルを提案し、それを多値変数を持つ幾つかの最適化問題に応用し、良好な結果を得ている。また、収束速度、計算精度、および、冗長性について従来のモデルと比較して、多値モデルが優れていることを明らかにしている。

最後に第8章では、本研究の主要な成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

直列情報処理コンピュータの問題点の顕在化に伴い、従来のようなハードウェアの進歩に強く依存した直列情報処理コンピュータ開発の戦略を見直し、新たに、異なった発想で、並列情報処理コンピュータを作ることが重要な課題となっている。ニューラルネットワークは、その高度並列分散型の情報処理メカニズムと学習能力、および、そのシステムの単純さなどの特徴によって、新世代の並列情報処理の基本演算原理として脚光を浴びている。本論文ではニューラルネットワークの学習の汎化能力の向上、画像処理とパターン認識への応用、および、光学的実現方法についての研究をまとめたもので、主な成果は次の通りである。

- (1) 誤差逆伝播モデルにおいて、接続パターンに局所不変の制限を加えて、シフト・インバリエントな誤差逆伝播モデル (FELSI) を考案している。このモデルは画像処理とパターン認識に応用する際、従来のモデルより汎化能力が高く、しかも、接続は局所不変であるため、相関光学系で実現しやすいなどの特徴を持つことを指摘している。
- (2) シミュレーションで、FELSIモデルによる学習の結果として、各クラスタが入力パターンのそれぞれの特徴を抽出しうることを、また、ネットワークの汎化能力は構成の複雑さによって決められることを示している。
- (3) FELSIモデルの汎化能力をより高くするため、ネットワークの複雑さを表す関数として接続パターンのエントロピーを定義し、それを最小にするという制限付き学習法を提案し、シミュレーションでその有効性を実証している。
- (4) インコヒーレント光学系によるバイポーラ・アナログ型ニューラルネットワークを実現するスペースコーディング法を提案し、実験でその有効性を実証している。この方法の提案によって、インコヒーレント光でニューラルネットワークを実現する際、接続重み、および、ニューロン状態の符号 (+, -) を表す困難さを解決している。

(5) 多値問題にも応用できる多値ニューロモデルを提案し、収束速度、計算精度、および、冗長性において従来のモデルより優れていることを明らかにしている。

以上のように、本論文はニューラルネットワークの汎化能力の向上、学習法の改良、数値表現、および、光学系による実現法に対して多くの新しい、貴重な指針を与えており、その成果は応用物理学、特に光学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。