



Title	光学的ウェーブレット変換とその学習型画像認識システムへの応用
Author(s)	廣川, 勝久
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40602
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	ひろ 廣 川 かつ 久
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 8 5 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 10 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科物質・生命工学専攻
学 位 論 文 名	光学的ウェーブレット変換とその学習型画像認識システムへの応用
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 一岡 芳樹
	(副査) 教 授 金谷 茂則 教 授 福住 俊一 教 授 宮田 幹二 教 授 柳田 祥三 教 授 横山 正明 教 授 梅野 正隆 教 授 伊東 一良

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、光学的ウェーブレット変換システムと人工ニューラルネットワークを統合した新しい学習型並列画像認識システムを提案し、実証実験によりその有効性を確認したもので、緒論、本論 6 章、総括から構成されている。

緒論では、本研究の背景と目的、およびその意義について述べている。

第 1 章では、本研究に必要となる基本的な原理、手法について述べている。

第 2 章では、濃度パターン法を用いた新しい計算機合成ホログラムを提案し、濃度パターンの違いによる再生像の評価方法について述べている。そして、この評価方法を基に、提案する計算機ホログラムに適した濃度パターンを求めている。

第 3 章では、2 次元信号のウェーブレット変換が光学的な相関器によって実現されることを示し、Vander Lugt 相関光学系による光学的ウェーブレット変換システムを提案している。そして、このシステムによるウェーブレット変換が、計算機合成ホログラフィックフィルターによって簡単に実現できることを示し、周波数平面上で局在していないウェーブレット関数を 1 枚の計算機ホログラムに多重記録することによって、複数の変換を同時並列処理する方法を提案している。

第 4 章では、結合変換相関光学系による光学的ウェーブレット変換法を提案し、実証システムを試作している。また、結合変換相関器の入力として負の値を持つウェーブレット関数の取扱いを可能とする入力面の符号化法を考案している。さらに、試作システム上で、複数のウェーブレット変換が同時並列に実行可能であることを実証している。

第 5 章では、実時間ウェーブレット変換を実現する光学的ウェーブレット変換処理システムを試作し、動作を確認している。また、表示デバイスとして LCD (Liquid Crystal Display) を用いるために、LCD に適した符号化法を新たに提案している。さらに、円形開口を用いた干渉により、ウェーブレット変換の符号を保つ方法を提案し、光学実験によりその有効性を確認している。

第 6 章では、2 章から 5 章で得られた成果に基づき、ウェーブレット変換とニューラルネットワークを組み合わせた位置・大きさ・回転不变画像認識システムを新しく提案している。位置不变認識可能な構造を組み込んだニューラルネットワークの汎化能力を高めるノイズ学習により、位置・回転不变認識が可能であることを示し、スケール係数の異なるウェーブレット関数により抽出される空間周波数の組合せと接続重みの忘却学習を統合することにより、大きさ不变認識が実現できることを示している。

総括では、以上で得られた成果を総括し、本論文の結論としている。

論文審査の結果の要旨

半導体製造技術の急速な進歩とパーソナルコンピュータの普及により、人類が取り扱う情報は加速度的に増加しつつある。将来、このような情報の中でも特に、画像情報の増大が見込まれ、大容量の画像情報を効率よくかつ知的に処理する方法が必要とされている。本論文は、生物の視覚情報処理能力に着目し、光学的ウェーブレット変換と人工ニューラルネットワークによりその主要な機能である並列分散処理と学習能力を実現する学習型画像認識システムを構築するための一連の研究をまとめたもので、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1)高解像度の出力装置に対応した、新しい計算機ホログラム合成法を提案している。この方法は、濃度パターンを用いてホログラムを作成する手法であり、計算機ホログラムに最適な濃度パターンを評価実験から求めている。
 - (2)複数のウェーブレット変換を同時並列に行うために、ウェーブレット変換を光学的な相関演算で実現する計算機ホログラフィックフィルターを用いたVander Lugt型のシステムを考案試作し、実験によりその有用性を示している。
 - (3)結合変換相関光学系を用いた光学的なウェーブレット変換のシステムを新たに提案し、システム実現のために必要な入力面の効果的な符号化法を考案している。さらに、入力面にLCDを用いた入力画像の実時間処理可能なシステムを試作し、考案した符号化法の特徴である入力と出力信号の両方で正と負の値の取り扱いが可能であることを実証している。
 - (4)生物が行っている視覚情報処理機能である学習能力と位置、大きさ、回転の変化に対して不变な認識能力を実現するために、網膜の情報処理と神経細胞の学習能力に着目した新しい学習型画像認識システムを提案している。提案するシステムでは光学的ウェーブレット変換と位置不变認識が可能な人工ニューラルネットワークを組合せ、並列分散処理を構造的に実現している。また複数のウェーブレット変換の出力と忘却学習により大きさ不变な画像認識を、ノイズ学習により回転不变認識が可能であることを数値シミュレーションにより実証している。
- 以上のように、本論文は、大容量の画像情報を効率よくかつ知的に処理するシステムとして、光学的ウェーブレット変換と人工ニューラルネットワークを統合した新しい並列分散型の画像認識システムを提案するとともに、それを具現化するために、光学的ウェーブレット変換システムを開発し、人工ニューラルネットワークに新しい学習則を加えることより生物の視覚情報処理と同様な位置・大きさ・回転不变認識が可能であることを実証したもので、光情報工学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。