



Title	並列アフィン変換フィードバックシステムを用いた光情報処理に関する研究
Author(s)	佐々木, 亨
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42322">https://hdl.handle.net/11094/42322</a>
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=" <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> ">大阪大学の博士論文について</a>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	佐々木 亨
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 16172 号
学位授与年月日	平成13年3月23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	並列アフィン変換フィードバックシステムを用いた光情報処理に関する研究
論文審査委員	(主査) 助教授 谷田 純
	(副査) 教授 高井 義造 教授 伊東 一良 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

### 論文内容の要旨

本論文は、2次元アフィン変換の反復処理を光学的に並列実行するシステムとして、並列アフィン変換フィードバックシステムを提案し、暗号化、情報圧縮等の情報変換技術への応用を検討するものである。並列アフィン変換フィードバックシステムにより、フラクタル圧縮情報からの復号処理やカオスを利用した乱数生成等の複雑系に特有の現象を利用した情報変換の並列処理が可能になり、これらの処理の高速化が期待される。以下に、本論文の要旨をまとめる。

第1章では、並列アフィン変換フィードバックシステムの構成、特徴と光情報処理における並列アフィン変換フィードバックシステムの位置付けについて明らかにしている。

第2章では、並列アフィン変換フィードバックシステムのもとになった光フラクタル合成器を説明し、実験光学系の構成、調整法、情報処理能力について述べている。

第3章では、光フラクタル合成器を用いたフラクタルパターンデータベースの構築方法について検討している。データベースでは、形状、変形量、位置等のパターンの属性の制御が要求されるが、光フラクタル合成器での制御は困難である。属性から光フラクタル合成器制御に用いるアフィン変換パラメータを決定する関数として反復関数系母関数を提案し、実験により原理を確認している。

第4章では、並列アフィン変換フィードバックシステムの応用としてランダムパターンを並列に生成する手法として、アフィン変換疑似乱数発生法を提案し、画像に対するストリーム暗号への適用を検討している。シミュレーションによりパラメータの全数検索に対する安全性について示し、パターンの相關関数により濃度分布のランダム性を確認している。

第5章では、並列アフィン変換フィードバックシステムの光学系実装時に問題となる演算誤りの抑制方法について検討している。並列アフィン変換フィードバックシステムの内部処理である光学的アフィン変換と画像加算処理について誤り原因を検討し、抑制手法として空間分割操作と波長分離操作を提案している。実験により誤り抑制手法の有効性を確認している。

第6章では、区間演算法と不動点定理を用いた高精度光演算法の並列アフィン変換フィードバックシステムへの実装について検討し、計算精度、計算効率向上に不可欠な誤差範囲に関するシステムパラメータの設定方法について提案している。その提案方法について、実験により原理を確認している。

## 論文審査の結果の要旨

光情報処理技術は、並列性、高速性など光が有する物理的な特性により、エレクトロニクス技術を相補的に支援する新しい情報処理技術として期待されている。しかし、エレクトロニクスの高度な発達は、これまでに考えられてきた光情報処理技術の応用分野の再考を促している。本論文は、これらの問題を踏まえた上での光情報処理技術の一形態として、並列アフィン変換フィードバックシステムを提案し、フラクタル図形の形状制御法、疑似乱数パターン発生への応用、光学的実行における演算誤差の抑制、高精度光演算への応用について述べたものである。主な結果を要約すると以下の通りである。

- (1)並列アフィン変換フィードバックシステムによるフラクタル図形の形状制御方式として、反復関数系母関数を提案し、光フラクタル合成器において効果を確認している。フラクタルパターンデータベースに応用した場合の能力について評価している。
- (2)ストリーム暗号への適用を考慮した高速乱数生成法として、アフィン変換疑似乱数発生法を提案し、画像データの暗号化における性能を評価している。乱数生成能力、全数探索に対する耐性の評価を行い、具体的応用に対するシステムの要求条件を提示している。
- (3)光学系における演算誤りを制御する方法として、処理空間を分割して近隣画素によるクロストークを減らす空間分割法と、波長チャンネルにより加算誤差を減少させる波長分割操作を提案している。並列アフィン変換フィードバックシステム実験光学系により、実験的に安定な演算結果が得られることを確認している。
- (4)並列アフィン変換フィードバックシステムの応用として、区間演算法と不動点定理による高精度光演算法の実装方法を検討している。システム動作を評価するパラメータを新たに導入し、計算精度と計算効率を設定できる手法を提案している。

以上のように、本論文は並列アフィン変換フィードバックシステムに基づく光情報処理技術に関する有意義な知見を提供し、さらに大容量画像情報に対する暗号化技術の一手法を提案し、実験によりその有効性を明らかにしている。これらの成果は物質・生命工学、特に光情報工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があるものと認める。