

Title	並列光演算システムの構成技術に関する研究
Author(s)	宮崎, 大介
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3072872
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	宮 崎 大 介
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 0 9 6 6 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 5 年 10 月 31 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 応用物理学専攻
学 位 論 文 名	並列光演算システムの構成技術に関する研究 (主査)
論 文 審 査 委 員	教 授 一岡 芳樹 教 授 樹下 行三 教 授 増原 宏 教 授 中島 信一 教 授 興地 斐男 教 授 豊田 順一 教 授 岩崎 裕 教 授 石井 博昭

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、並列光演算システムの高機能化と性能の向上を目指して、モジュール統合型光演算システムを考案し、その概念に基づいて試作した実験システムによる性能検証、高性能化の検討、光学系構成方法の提案などの一連の研究の成果をまとめたものである。

緒論では、本研究の背景、目的、ならびに本論文の構成、概要について述べている。

第 1 章では、大規模な光演算システムを構成する際の故障耐性、拡張性、処理の効率化、高機能化を考慮した基本システム形態として、小規模な光演算モジュールを組み合わせて大規模なシステムを構築するモジュール統合型光演算システムを提案している。そして、構成要素に対する要求項目と利用可能な技術について述べている。

第 2 章では、三つのタイプの光・電子複合型並列光演算システム H-OPALS を試作し、H-OPALS16²では、16×16画素の 2 値画像に対して 19 kframe/sec の速度で並列動作することを検証している。そして、各種並列演算を実行して試作システムの有する処理の柔軟性を示している。さらに、実用的なシステムへ発展させるためには、光の利用効率のよい専用光機能素子の開発と効率的な光学系構成法の開発が重要であることを明らかにしている。

第 3 章では、H-OPALS の集積化に適した相関器として、反射型多重投影相関器を提案している。さらに、マイクロレンズの導入により回折の影響を減らして処理能力を向上させる手法を提案している。

第 4 章では、カーネルサイズの大きな離散相関演算を分割・分散処理して効率的に実行する手法として、カーネル分割処理を提案し、それを効率的に実行する多重離散相関器と多段離散相関器を提案している。そして、多段離散相関器の設計例を示し、単純離散相関器と処理能力を比較して、その有効性を示している。

第 5 章では、複数の光演算モジュール間で 2 次元画像情報の並列転送が行え、低パワー損失、高解像、低スキュー、簡単な構造等の特徴を持つバンヤンネットワークの光学的実現法を提案している。そして、基礎実験により原理を確認している。

第 6 章では、並列光演算システム用の光学系の構成手法として反射型ブロック光学系を考案し、安定性、信頼性、アライメントの簡略化、コンパクト化、低収差、マクロ光学系への適用等の点において、従来の集積化光学系に比べ

て有利であることを示している。そして、光演算モジュールへの適用例を示し、さらに、結像光学系と4f光学系の試作により、反射型ブロック光学系の有効性を示している。

総括では、研究成果をまとめ、今後の課題について述べている。

論文審査の結果の要旨

並列光演算システムは、大容量情報の並列処理を実行しうる次世代の情報システムとして、その実現が期待されている。しかし、これまでに様々な並列光演算原理が提案されているものの、システム構成技術の未熟さから完全動作するシステムの開発までには至っていない。本論文は、高度の並列性と接続能力を持つ並列光演算システムの構成における問題を明らかにするとともに、それを解決するための具体的な方策を検討・評価したもので、その成果を要約すると次の通りである。

- (1) 光演算システムを構成する基本概念として、モジュール統合型光演算システムを提案し、故障耐性の向上、拡張性の向上、処理の効率化、高機能化に有効であることを指摘している。
 - (2) 3種類の光・電子複合型並列光演算システム H-OPALS の実験システムを試作して、並列光演算システムの基本形を示し、さらに、システム構成上の課題を検討している。
 - (3) H-OPALS の集積化に適した相関器として反射型多重投影相関器を提案し、従来の投影光学系では困難であったシステムのコンパクトな集積化を効率良く実現できることを示している。
 - (4) モジュール統合型光演算システムの応用として、カーネルサイズの大きな離散相関演算を分割・分散処理して効率的に実行するカーネル分割処理を提案し、それを効率的に実行する多段離散相関器を提案している。多段離散相関器を導入することにより、複雑な離散相関演算に対する処理効率を向上させ、さらに、各々の離散相関器に対する要求を軽減することで実現性が高められることを示している。
 - (5) バンヤネットワークを実現する光学系を新たに提案し、2次元画像データの任意の転送が行えること、光パワーの損失が少ないこと、解像点数が多いこと、信号スキューを原理的に生じないこと、比較的簡単な構造を持つことなどを明らかにしている。
 - (6) 並列光演算システムに必要な光学系を安定かつコンパクトに構成する手法として、反射型ブロック光学系を考案し、その特長として、安定性が高いこと、信頼性が高いこと、アライメントが簡略化できること、収差が少ないこと、口径の大きな光学系に適用できること、空間帯域幅積が大きいこと、全体のサイズが小さいことを示している。
- 以上のように、本論文は、モジュール統合型光演算システムの構成に関して、光学系の構成手法、光接続ネットワーク、高機能化の提案などの多くの有益な知見を得ており、応用物理学、特に情報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。