



Title	光・電子複合技術による並列光演算システムの構成に関する研究
Author(s)	栗辻, 安浩
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3129029
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	栗 辻 安 浩
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 3 1 3 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 9 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科応用物理学専攻
学 位 論 文 名	光・電子複合技術による並列光演算システムの構成に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 伊東 一良 教授 興地 斐男 教授 河田 聡 教授 萩行 正憲 教授 後藤 誠一 教授 一岡 芳樹 教授 増原 宏 教授 中島 信一 教授 八木 厚志 教授 岩崎 裕 教授 川上 則雄 教授 志水 隆一 教授 樹下 行三 教授 石井 博昭 教授 豊田 順一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、光・電子複合型並列演算システムの具体的なアーキテクチャを提示し、その演算能力を評価して、プロトタイプシステムを開発することを目的とした研究をまとめたもので結論、本文6章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、光・電子複合型並列演算システムの構成、特徴、試作例、およびシステム構築に必要な技術について述べている。そして、光・電子複合型並列演算システムを実現するための技術課題を指摘し、本研究の位置付けを行っている。

第2章では、光・電子複合型並列演算システム OPALS のプロトタイプシステム H-OPALS16² を試作し、19kframe/s で動作することを確認している。H-OPALS16² には、本研究で考案したプリズムアレイ相関器を組み込み、並列演算能力を評価するために並列画像間数値演算、並列画像処理、多重トークン伝播を実行し所望の結果を得ている。

第3章では、光・電子複合型並列演算システムで重要な離散相関演算を時間多重方式、瞳制御方式、光源変調方式に分類し、簡単な離散相関器のモデルを仮定し、光量効率、処理スループット、実装体積を定量的に評価している。そして、評価項目に関して、各方式で最も有利になる画素数と演算カーネルの関係を求めている。

第4章では、光・電子複合型並列演算システムの新しいアーキテクチャである光アレイロジックネットワークコンピューティング (OAL-NC) の動作特性を計算機実験により評価している。具体的には、並列画像処理、並列最大値検出、遺伝的アルゴリズムによる最適化問題に対して、電子処理要素 (PE) アレイ方式、光アレイロジック方式、光・電子協調方式を想定し、計算機実験により OAL-NC の動作特性を評価している。その結果、OAL-NC が、画素数の多い画像に対する、大域的な演算やデータ伝送と算術演算を含む問題に適することを明らかにしている。

第5章では、OAL-NC の実現方式として、PLD (Programmable Logic Device) 型と MPE (Multiple Process Embodiment) 型の2方式を考案し、各々の特徴を述べている。PLD 型では、PE のハードウェアと命令セットを新たに設計し、MPE 型では PE を実現するプロセスを考案している。2方式の比較より、ハードウェア構成が簡単で、演算システム構成の自由度が高い MPE 型 OAL-NC を試作システムと設定し、試作システムに必要な PE アレイ、制御系および、市販の光学素子の利用を仮定した多重投影型光離散相関器の光学系の最適設計を行うとともに、試作システムの能力を評価している。

第6章では、以上で得られた知見を総括し、今後の課題と将来展望を述べている。

論文審査の結果の要旨

将来の高度情報化社会では、大容量情報に対する高速処理が要求されるため、従来の逐次処理方式に代わり、並列処理方式への転換が要請されている。その中でも、光を情報媒体とする、大容量情報の高速処理を効率良く行う並列情報システム実現への期待が大きい。本論文は、光と電子の情報処理における特徴を生かした、新しい並列演算アーキテクチャに基づく光・電子複合型並列演算システムの提案とその設計、試作、性能評価を行った一連の研究の成果をまとめたもので、主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 光・電子複合技術により並列演算を行うH-OPALSの実証システムH-OPALS16²を試作し、19kframe/sで動作することを確認している。試作システムには、画像の幾何学的歪みが少なく、光量の均一性が良く、しかも画像の移動量が大きくとれるプリズムアレイ相関器を新たに設計・試作して装着している。また、H-OPALS16²により並列画像間数値演算、並列画像処理を実行させて所望の結果を得ている。
- (2) 光・電子複合型並列演算システムで重要な離散相関演算をその実現方式に基づいて3種類に分類し、光量効率、処理スループット、実装体積を定量的に評価するとともに、各方式で最も有利になる画素数と演算カーネルの条件を明らかにしている。
- (3) 新しいアーキテクチャを持つ光・電子複合型並列光演算システム-光アレイロジックネットワークコンピューティング(OAL-NC)の動作特性を計算機実験により評価し、OAL-NCが、画素数の多い入力画像の大域的な演算やデータ伝送と算術演算を含む問題に適していることを明らかにしている。
- (4) OAL-NCの実現方式として、PLD型とMPE型の2方式を考案するとともに、MPE型OAL-NCの実証システムを設計・試作し、試作システムの並列演算能力の評価から、光・電子複合並列処理におけるOAL-NCの有効性を実証している。

以上のように、本論文は、大容量情報の高速処理システムとして、OAL-NCアーキテクチャを持つ新しい光・電子複合型並列光演算システムを提案し、実証システムを設計・試作してその性能評価を行い並列処理における光・電子複合技術の有用性を示したもので、応用物理学、特に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。