

Title	並列光デジタル演算システムに関する研究
Author(s)	福井, 将樹
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39239
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="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	福 井 将 樹
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 6 5 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 1 月 2 5 日
学 位 授 与 の 要 件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学 位 論 文 名	並 列 光 デ ィ ジ タ ル 演 算 シ ス テ ム に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 一 岡 芳 樹 教 授 樹 下 行 三 教 授 河 田 聡 教 授 豊 田 順 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、光コンピュータの実現を目的として、二次元パターンの並列光演算に適した演算体系としての画像論理代数の提案、その演算体系を用いた応用アルゴリズムの開発、システム構成法と光学的実現法の提案、および、光学系試作による機能検証、処理能力に対する検討を行った一連の研究をまとめたもので、緒論、本文7章および総括から構成されている。

緒論では、本研究の背景、従来の研究の問題点、および本研究の目的と概要について述べている。

第1章では、並列光演算のための新しい演算体系として画像論理代数 (ILA) を提案している。さらに、ILA の光学の実行に適したシステム構成法を提案し、システム構成に必要な構成要素とその実現方法を述べている。

第2章では、ILA の数値計算処理への応用に必要な基本的演算として2種類の加算および乗算の演算アルゴリズムを新たに提案し、そのアルゴリズムを ILA を用いて効率的に実現するデータ駆動型マスク法 (DDM 法) を提案している。この DDM 法は、論理レベル SIMD 方式の光並列演算法では各データごとに異なる演算を実行するための一般的な手法として用いることができる。さらにこれらの演算アルゴリズムの多値画像処理への応用例として、ラプラシアン演算を用いた画像鮮鋭化処理を行っている。

第3章では、LSI 配線設計処理への応用を目的として ILA を用いた最短経路探索処理アルゴリズムを提案している。提案したアルゴリズムは、光相関演算を用いて並列に処理を実行するために、リーの迷路法を改良したものである。

第4章では、ILA の各基本演算の光学的実現法を提案し、光学的実現に必要な光アレイデバイスの機能を各基本演算ごとに整理し、ILA に基づく並列処理システムの演算能力に関する見積りを行っている。特に ILA の相関演算実行用に新しい光学系を提案し、実際の光学系を試作してその有効性を示している。また、光学的実現に必要な光アレイデバイスの機能は、光の入出力方法に関して大きく分けて3種類必要であることを明らかにし、各基本演算に関して必要な光アレイデバイスを提案している。

第5章では、光画像クロスバススイッチ (OPIX) を実現しうる4種類の具体的な光学系を提案し、処理能力を評価している。そして3種類の OPIX を実行する光学系を作製し、画像のスイッチング機能の確証実験を行っている。さら

に提案した光学系の空間バンド幅を回折理論を用いて評価している。

第6章では、自由空間光接続を用いた光・電子融合型並列計算機の構成法を提案するとともに、試作システムにより並列行列乗算のアルゴリズムを実行してその有効性を確認している。

第7章では、光並列デジタル演算方式における基本演算が、離散デジタル相関演算であることを示し、各種の光並列デジタル演算法の処理手順およびアルゴリズムの統一的な記述を目的とした並列演算記述言語 POPLAR を提案している。

総括では、以上の結果を要約し、本研究で得られた主たる成果と今後の研究課題について総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、超並列計算機として並列光デジタルコンピュータの可能性を明らかにすることを目的とし、二次元パターンの並列光演算に適した演算体系である画像論理代数の提案、その演算体系を用いた応用アルゴリズムの開発、およびシステム構成法と光学的実現方法に対する検討を行ったもので、その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) 従来の並列光演算法を包括的に記述する新しい演算体系として、画像論理代数を提案している。画像論理代数を用いれば、近傍構成画像と呼ばれる新しいパターン概念を導入することにより、パターン処理に基づく並列光演算アルゴリズムの簡潔な記述が可能であることを示している。
- (2) 画像論理代数の数値計算処理への応用例として、加算および乗算の並列アルゴリズムを提案している。乗算アルゴリズムを実現するために新たに提案したデータ駆動型マスク法は、処理パターンの各データごとに異なる演算を効率的に実行するための一般的な手法として用いられることを示している。
- (3) 画像論理代数を用いた LSI 配線設計処理への応用を目的とする最短経路探索問題の並列処理アルゴリズムを提案している。
- (4) 画像論理代数の各基本演算の光学的実現法を提案している。さらに、画像論理代数の相関演算を行うために、従来の光学系に比べて高速動作が可能な相関光学系を提案し、実証システムによる演算を行ってその効果を確認している。
- (5) 画像論理代数を光学的に実現するシステムで最も重要な構成要素である光画像クロスバスイッチの光学的構成法を提案し、その処理能力に関する評価を行っている。光画像クロスバスイッチは、従来実現が困難であった複数の画像を並列一直列変換することなく直接スイッチングできる全く新しいタイプのスイッチである。
- (6) 自由空間光接続を用いた光・電子融合型並列計算機の構成法を提案し、試作システムによる並列行列乗算アルゴリズムを実行してその有効性を示している。
- (7) 2次元画像と点像パターンとの相関演算である離散デジタル相関演算を新たに定義し、これを基本として、従来の光並列演算法の処理手順およびアルゴリズムの統一的な記述が可能な新しい言語体系を提案している。そして、提案した言語を用いて実際にいくつかの光並列演算法の記述を行い、その有用性を示している。

以上のように、本論文は、新しい光並列演算体系である画像論理代数の提案、それに基づく光コンピュータシステムの構成法、光学的実現法、アルゴリズム、および必要な言語体系を総合的に考察し、光コンピュータの実現可能性とその開発指針を示したもので、応用物理学、特に光情報処理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。