

氏 名	ふじ 藤 田 よし 善 ひろ 弘
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	論 情 博 第 60 号
学位授与の日付	平 成 17 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	並列動画像処理 LSI「IMAP」のアーキテクチャと動画像認識システムの開発

論文調査委員	(主 査) 教 授 英 保 茂	教 授 酒 井 英 昭	教 授 金 澤 正 憲
--------	--------------------	-------------	-------------

論 文 内 容 の 要 旨

近年、種々の分野で動画像を対象とした実時間処理の必要性が高くなっている。計算機本体が高性能化したとはいえ、実際の各種の場面においてソフトウェアのみで稼働させるには不十分であり、特に価格・消費電力などを考慮するとき、動画処理の要求を満たすには、専用の処理機構が必要となる。本論文は、このような目的のため開発された、並列動画像処理 LSI「IMAP」のアーキテクチャとそれを応用した動画認識システムに関する研究をまとめたもので6章からなっている。

第1章では、研究の背景と目的について述べている。特に画像処理・認識におけるアーキテクチャの重要性と実応用に供することのできる現実的なハードウェアを実現するためには、「高い処理性能」「処理の柔軟性」に加え、「小型」「低価格」「低消費電力」「高い耐久性・信頼性」という課題を満たすことが重要であることを述べている。

第2章では、従来提案されてきた各種の画像処理装置のアーキテクチャを、比較・考察し、汎用の並列プロセッサシステムが課題解決のためにはもっとも望ましい方向であり、並列プロセッサの制御方式としては、SIMD型を採用して処理性能・小型・低価格・低消費電力についての効率を高めつつ、適切な機能の導入により、処理の柔軟性も同時に高めるという方針を示し、並列プロセッサのプロセッサ間接続に関しては、1次元アレイ型が最も適合していること、メモリ型プロセッサアレイがより広範囲の処理に適合できる柔軟性を持つことを示している。上記の考察に基づき多数のプロセッサと大容量の画像メモリを1チップに集積した IMAP アーキテクチャの提案を行っている。

第3章では、処理の柔軟性を高め、低レベルから中レベルの画像処理に幅広く適合するための、IMAPにおける各種の拡張機能について述べている。特に処理の自律性を与えるマスク機構、アドレッシングの自律性を与える間接アドレッシング、シーケンシャル処理や様々な連携処理を可能とするコントロールプロセッサ、プロセッサ間データ転送の自由度を上げるリング接続、画像中にスパースに存在する特徴量を集めることなどを効率よく実行可能なCAM型検索機能など、各種の中レベル処理への適用を意識した基本的な付加機能について述べている。

第4章では、低レベルから中レベルの画像処理アルゴリズムを、点処理、局所近傍処理、幾何学変換処理、統計処理、データ依存処理に分類し、IMAPアーキテクチャの各種メカニズムで、それらが効率よく実行可能であることを示している。特に、点処理や局所近傍処理に属する低レベル画像処理では、動画像の1フレーム時間(33ms)の数百分の1～数十分の1の時間で処理が可能であり、幾何学変換処理、統計処理、データ依存処理などの低レベルから中レベルの画像処理でも、1フレーム時間の数十分の1～数分の1の処理時間で実行可能なことを示している。

第5章では、これまでに開発した IMAP-1, IMAP-2, D-IMAP, IMAP-VISION という4つの LSI と、それらを使った動画像処理装置について、その特徴を明らかにし、開発経験を通じて得られた知見について考察を加えている。また、IMAP-VISION LSI および IMAP-VISION システムについては、IMAP アーキテクチャを使ったシステムの特徴を解説するために、詳細に議論し、ビデオ信号による処理の起動や、コントロールプロセッサの果たす役割、IMAP-VISION から採用した外部メモリとの連携機能とそれらの効果を明らかにしている。

第6章は、結論と今後の展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、動画画像の認識システムでの利用を目的として開発された並列動画画像処理 LSI「IMAP」のアーキテクチャとそれを応用した動画認識システムについて述べたものであり、得られた成果は以下のように要約される。

1. 動画画像認識のハードウェアの実現方法について検討し、実応用に供することのできる現実的なハードウェアを実現するためには、低レベル画像処理から高レベル画像処理までを効率よく実行する、高い処理性能と処理の柔軟性に加え、小型、低価格、低消費電力、高い耐久性・信頼性という要求に応えることが重要であることを論証した。
2. 従来提案されてきた各種の画像処理装置のアーキテクチャをハードウェア構成、制御方式、プロセッサ間接続方式、プロセッサあたりのメモリ集積量などを比較・検討し、メモリ型1次元プロセッサアレイが適していることを示し、動画画像処理 LSI「IMAP」アーキテクチャを設計・開発した。
3. IMAP における各種の拡張機能により、並列処理だけでなく、CAM 型検索機能なども実行できることを示し、点処理、局所近傍処理、幾何学変換処理、統計処理、データ依存処理などの低レベルから中レベルの各種画像処理が効率よく実行できることを示した。
4. これまでに開発した IMAP-1, IMAP-2, D-IMAP, IMAP-VISION という4つのLSI と、それらを使った動画画像処理装置を試作して、実際の動画画像認識性能を明らかにし、IMAP の実用性、現実性を明らかにした。

以上のように、本論文は、IMAP アーキテクチャとそれを用いた実用的な動画画像処理システムについて述べたものであり、学術上、実際に寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成17年2月22日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。