

## 審査の結果の要旨

論文提出者 小室 孝

本論文は、「超並列アーキテクチャを用いたデジタルビジョンチップの研究」と題し、9章より構成されている。超並列構造を持つデジタルビジョンチップについて、設計手法の提案から、アーキテクチャ設計、試作チップの開発、アルゴリズムの実装、評価にわたって、総合的に研究を行った成果が示されている。

第1章では、「序論」と題し、ビジョンチップの概念、ビジョンチップの応用例と要求される処理、従来の研究例について述べ、研究の背景を示している。

第2章では、「デジタルビジョンチップの高集積化設計手法」と題し、デジタル回路の弱点である、高画素化・高機能化を実現するのが困難であるという問題に対し、デジタルビジョンチップにおける設計方針が、従来のコンピュータ設計とは異なり、回路面積を最小化することを最優先した新しい設計が必要であることを述べている。そのような設計を行うに当たり、各種設計手法の提示とコストの見積もりを行っている。さらに、多くの場合、回路面積と他の性能にトレードオフの関係があることを示し、デジタルビジョンチップの設計においては、要求仕様に従ってトレードオフポイントを決定することが重要であることを述べている。結果として、デジタルビジョンチップの設計思想として、汎用の演算機能を維持した上でシンプルなアーキテクチャが必要であることを示している。

第3章では、「汎用デジタルビジョンチップ」と題し、デジタルビジョンチップの設計例として、初期視覚処理のほとんどを同一チップで行うことを目的とした汎用デジタルビジョンチップのアーキテクチャを示している。第2章で示した設計思想に基づき、コンパクトな回路で実現されている。また、アルゴリズムによる評価を行い、アーキテクチャの有用性と妥当性を示している。さらに、実際に試作チップの開発を行ない、微細化プロセスを用いて64×64画素をワンチップに集積することに成功している。

第4章では、「デジタルビジョンチップのためのモーメント抽出回路」と題し、デジタルビジョンチップにおいて高速に出力を行なうためのモーメント抽出回路の提案を行なっている。この回路は  $\log(N)$  のオーダーでモーメントが計算可能である上に、画素単位で均質な構造をもっているため VLSI への実装が容易で、デジタルビジョンチップに向けた回路となっている。

第5章では、「特定用途高画素デジタルビジョンチップ」と題し、前章で述べた回路を用い、用途をターゲットトラッキングに限定することで高画素を目指したデジタルビジョンチップのアーキテクチャを示している。高速ビジョンの特性を活かしたシンプルなアルゴリズムを採用することで、少ない回路素子でアーキテクチャが実現されている。アルゴリズムの実装例や試作チップについても述べている。

第6章では、「リコンフィギュラブルデジタルビジョンチップ」と題し、ローカル可変通信機能と PE 結合機能によりネットワーク構造およびハードウェア構造のリコンフィギュアラビリティを持たせたデジタルビジョンチップのアーキテクチャを示している。このチップは、最初の汎用デジタルビジョンチップからの改良であり、わずかな回路変

更のみで多彩な機能が追加されている。さらに、本アーキテクチャが初期視覚処理のみならず、認識・理解などの高度な処理も実現できることを具体的なアルゴリズムを示すことで実証している。また、試作チップの開発を行っており、64×64画素をワンチップに集積している。

第7章では、「デジタルビジョンチップの性能評価」と題し、提案したデジタルビジョンチップについて、要求仕様と設計の対応が取れていることを示し、各ビジョンチップの位置づけを行っている。さらに、アーキテクチャ、ハードウェアスペック、実装可能なアルゴリズムの観点から、既存のデジタルビジョンチップとの比較を行い、提案したビジョンチップが既存のものにはない特性を備えていることを示している。最後に、列並列プロセッサや高速イメージセンサなどの他のビジョンシステムとの比較も行い、ビジョンチップの優位性を示している。

第8章では、「ビジョンチップの今後の展開」と題し、光コンピューティングを用いた階層型並列処理の例と、知能システムへの適用について述べられている。

第9章は、「結論」であり、本論文のまとめが述べられている。

以上要するに、本論文は、従来からアナログ回路で構成されていたビジョンチップに対し、デジタル回路を用いることで高機能化を図るとともに、画像処理に十分な画素数をワンチップに搭載することを目標に、コンパクトなアーキテクチャの設計を行い、実際に試作チップを製作することでその有用性を示している。体系的にいくつかのアーキテクチャを設計することで、デジタルビジョンチップという新たなデバイスの可能性を大きく広げることに貢献しており、今後この分野の展開に対して重要な知見や指針が示されている。特に特徴抽出や認識・理解などの高度な処理が実現できる機構を付加できたことは、従来の同種の研究とは一線を画するものであり、本論文の特徴である。

これらのことから、従来実現が困難と思われてきたデジタル回路によるビジョンチップの研究分野を開拓し、計測工学、システム工学の発展に寄与すること大であると認められる。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。