

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名

渡部 宏明

本論文は、「Nonlinear Digital Signal Processing Oriented for Hardware Implementation and Its Applications to Image Communication」(和訳: ハードウェア化に適した非線形デジタル信号処理とその画像通信への応用)と題し、7章からなる。非線形デジタルフィルタは画像、音声といった突発的な変化を含む非正常性を持つ信号に対し、非線形性、適応性、不確実性を伴った信号処理に適している。本論文は、モバイル技術の発展に伴って一層求められるハードウェア化に適した非線形信号処理を論じ、マルチメディア情報通信環境におけるアプリケーションと実装法について示したものである。

第1章は「序論」で、非線形デジタル信号処理の特徴を述べるとともに、その実用化に対しての問題点を指摘・分析することで、本研究の目的と意義を明らかにしている。

第2章は、「非線形-線形組み合わせ型デジタルフィルタの提案とそのハードウェア構成」と題し、非線形デジタルフィルタの一般型とその構成要素のハードウェア構成を述べている。一般に非線形デジタルフィルタは線形フィルタと比較して構成が複雑であり、その実装はコスト面から困難である。ここでは非線形デジタル信号処理の構成にあたって $\epsilon$ -フィルタ、Ranked-order フィルタの2つのフィルタを構成要素として採用する手法を提案している。また、それぞれのフィルタを実現する新しいハードウェア構成を示し、現状の信号処理プロセッサに小規模な回路の追加によって実装可能であることを明らかにしている。

第3章は、「カスケード型非線形デジタルフィルタ」と題し、フィルタ構成要素をカスケード接続した構造を有する非線形フィルタを提案している。線形歪み及びガウス性白色雑音によって劣化した信号の復元においては、劣化原信号成分の復元及び雑音除去の2種類の処理が求められる。本フィルタはこれらの処理をカスケード接続されたフィルタそれぞれにおいて分離して行うことにより、非正常性信号の復元特性が改善することを述べている。さらに各フィルタパラメータの最適化手法を提案し、1次元信号に対するシミュレーションから突発的な変化の復元に適した性質を有することを実証している。

第4章は、「成分分離型非線形デジタルフィルタ」と題し、フィルタ構成要素を用いて信号成分を分離して、各成分を独立に処理するフィルタ構成に述べている。フィルタ処理においては特定の信号成分のみの抽出、保存、除去がしばしば求められる。本フ

フィルタによって信号成分を従来線形フィルタで実現される周波数領域の分離のみならず、信号の振幅等にも依存した信号分割を行うことを提案し、広い周波数領域、エッジ部、信号の突端部など特定の性質をもつ部分での雑音除去に有効であることを明らかにしている。

第5章は、「画像通信における非線形-線形組み合わせ型デジタルフィルタの応用例」と題し、実際のマルチメディア通信において有効な3つのアプリケーションを提案している。まず適応型 $\epsilon$ -フィルタによるブロック符号化に伴う歪みの除去法を提案している。次にカスケード型非線形デジタルフィルタを用いた画像修復処理法を示し、主観評価に優れた復元画像が得られることを述べている。3つ目に人間の顔に対して抱く心理を考慮した新しい応用例として顔画像美観化処理を成分分離型非線形デジタルフィルタによって実現する方法を提案している。いずれのアプリケーションにおいても複雑な反復処理や判定、大規模なメモリ空間などを必要とせず容易に実現が可能な手法である。

第6章は、「非線形-線形組み合わせ型デジタルフィルタの実装」と題して、実際のデジタルスチルカメラ用評価ボードを用いて信号処理プロセッサにフィルタ構成要素をライブラリとして実装し、実際の製品における提案手法の有用性を明らかにしている。特にデジタルスチルカメラの撮影時に求められる解像度復元処理を目的としてカスケード型非線形デジタルフィルタをパイプライン処理内に利用する手法を示している。実験より実用にあたって十分に高速な処理で撮影画質が改善されることを明らかにしている。

第7章は、「結論」と題して、本研究で得られた主要な成果についてまとめるとともに、今後の展望について考察したものである。

以上、本論文は、ハードウェアへの実装を容易とする非線形デジタル信号処理方式の開発を目的として、カスケード型非線形デジタルフィルタおよび成分分離型非線形デジタルフィルタを提案し、画像処理応用においてシミュレーションを用いてその有効性を示すとともに、信号処理プロセッサに実装することにより実用性を検証したものであり、電子工学の発展に貢献するところが少なくない。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。