

DRMA内蔵マイクロコントローラを用いた画像・音響処理技術に関する研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 静岡大学大学院電子科学研究科 公開日: 2008-04-11 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 坂本, 直史 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/10297/1497

氏名・(本籍)	坂 本 直 史 (京都府)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工博乙第 89 号
学位授与の日付	平成 11 年 11 月 24 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	DRMA内蔵マイクロコントローラを用いた画像・音響処理技術に関する研究

論文審査委員	(委員長)		
	教授	下 平 美 文	教授 中 谷 広 正
	教授	畑 中 義 式	教授 川 人 祥 二
	教授	江 上 俊 一 郎	

論 文 内 容 の 要 旨

本研究の目的は、搭載するハードウェア資源や処理性能等で制約のあるDRAMを内蔵したマイクロコントローラ向けの画像・音響処理技術を確立することにある。

従来の画像・音響処理技術をマイクロコントローラ応用システムに適用しても、マイクロコントローラの処理性能や外部の補助記憶として用いられるDRAMの特性から実用的な処理性能が得られないという課題があった。

そこで本研究では、画像・音響処理のアルゴリズム面とDRAMを内蔵したコントローラのアーキテクチャーの特徴を有効に利用した実装技術面の両面から検討を加えた。

アルゴリズム面では、画像・音響処理技術で用いられている信号処理アルゴリズムの高速化や人間の視聴覚モデルに基づいた冗長な演算の削除等による手段を検討した。また実装技術面では、乗除算の実現方法の工夫やデータのメモリ配置やアクセスの工夫等による手段を検討した。その結果、従来処理技術をマイクロコントローラ応用システムに適用して、実用的な処理性能を得るために以下のような手法を提案した。

- (1)定数のテーブル化
- (2)固定小数点化
- (3)乗算や算術演算の演算精度や人間の視聴覚特性を考慮して演算精度を見直す手法
- (4)メモリ・アクセスを考慮した高速化手法

これらの手法は、マイクロコントローラを対象とした画像・音響処理技術を開発するための一般

的な開発手法として適用できる。

次に、上で述べた手法をデジタル・カメラ用撮像信号処理、静止画像処理、3次元グラフィックス、オーディオ復号処理の4つの画像・音響処理に実際に適用し、ソフトウェアとして実現した。そしてDRAM内蔵32ビット・マイクロコントローラ搭載の評価装置上でこれらのソフトウェアを動作させることで、その有効性を確認した。

デジタル・カメラ用撮像信号処理に関しては、デジタル・スチル・カメラ用のCCDイメージセンサの画素構造として多く用いられているベイヤー型原色方式に適用する画素補間方式について考察した。先ず広く用いられている補間対象色と同一色の画素だけを用いた補間方式を、次に色の相関を用いて補間方式の改良を検討した。

先ず、同一色を用いた補間方式では、代表的な8つの補間方式について、ベイヤー型CCDから得られるデータに対する適用方法を提案した。そして、偽色が少なく、色の再現性がよいという再生画像の特徴と演算量の観点から、相関を考慮した線形補間法が最適であると判断した。

次に、この結果を更に押し進め、色の相関を用いた補間方式を適応したときの再生画像の特徴を、解像度、色の再現性の観点から調べた。その結果、G信号について各色成分の変化量が等しいと仮定し、R及びB信号については色信号間の関係として差の変化が少ないと仮定した場合の補間方式が演算量に対するS/N比が良いことがわかった。

静止画像処理に関しては、カラー静止画像の圧縮方式として広く用いられているJPEGベースライン・システムの高高速化手法について検討した。

JPEGベースライン・システムの処理内容を分析したところ、メモリ使用法の観点とアルゴリズムの観点の両面で検討すべき課題のあることが判明した。そこで、ハフマン符号化時のジグザグ走査の削減、パックされた2個の量子化結果のロード及びその零判定に関する手法等をメモリ使用法の観点から提案した。

またアルゴリズム面からは、並列実行機能を持つマイクロコントローラに適したDCTの高高速アルゴリズムを検討した。そして、これらの手法を用いることで、JPEG方式による圧縮伸長処理が実用的な処理時間で実現できることを確認した。

3次元グラフィックスに関しては、浮動小数点演算器がなく、小さなサイズの乗算器とDRAMを用いた場合の実現手法について検討した。

先ず、マイクロコントローラに適した処理演算量の少ない3次元グラフィックスを開発し、その処理時間を分析した。その結果、全体処理の浮動小数点演算が処理全体の大部分を占めること、またその中で乗除算演算の占める割合が大きいことが判明した。一方で、3次元グラフィックスは必要とする演算精度が高く、簡単に固定小数点化できないという問題がある。そこで、対象とする画面サイズを1/4VGAに限定し、座標を表す数値の小数点位置の工夫、適応的な乗算演算を用いた固定小数点化等を提案した。そして、これらの手法を用いることで、浮動小数点演算を用いた場合と同等の演算精度を持ち、かつ実用的な処理時間で実現できることを確認した。

オーディオ復号処理に関しては、MPEGオーディオ・レイヤーⅢに基づくオーディオ復号処理の高

速化手法について検討した。

オーディオ復号処理では、積和演算を用いた多くのフィルタ処理が必要で、その際のデータサイズは16ビット以上を必要とする。そこで小さなサイズの乗算器とDRAMを用いて、これらの処理をリアルタイムで実現するための手法を検討した。アルゴリズムの観点からは、フィルタ係数の対称性を利用した計算の簡略化を提案した。また、メモリ使用時の観点からは、フィルタ係数やデータの格納方法を工夫し、連続的なメモリ・アクセスを実現する手法を提案した。そして、これらの手法を用いることで、リアルタイムの復号処理が行えることを確認した。

以上に述べたように、上記の提案手法を適用することで、4つの画像・音響処理技術が実用的な処理時間で実現できることを確認した。これにより、従来の画像・音響処理技術では実用的な処理性能が得られないという課題を克服し、DRAMを内蔵したマイクロコントローラ向けの画像・音響処理技術を確立した。

論文審査結果の要旨

本論文は、搭載するハードウェア資源や処理性能等に制約のあるDRAMを内蔵したマイクロコントローラに対する実用的な処理性能を実現するための画像・音響処理技術について述べたものである。

第1章は序論であり、従来から使われている画像・音響処理技術を、マイクロコントローラを使った応用システムに適用しても、マイクロコントローラの処理性能や外部の補助記憶として用いられるDRAMの特性から実用的な処理性能が得られないという課題を指摘し、本研究の背景と目的を明確にした。

第2章では、マイクロコントローラを用いて画像・音響処理を実用的な処理速度で行うための基本的な高速化手法について検討した。そのために開発された方法は、①定数のテーブル化、②演算の固定小数点化、③乗算や算術演算の演算精度や人間の視聴覚特性を考慮した演算精度の見直し、④メモリ・アクセスを工夫した高速化等である。

第3章では、第2章で開発された手法をデジタル・スチル・カメラ用CCDイメージセンサの信号処理に適用し、DRAM内蔵32ビット・マイクロコントローラ搭載の評価装置でその有効性を確認した。ベイヤー型CCDに対する画素の補間において偽色、色再現、演算量の観点から相関を考慮した線形補間法が最適であり、G信号については、各色成分の変化量が等しいと仮定しRおよびB信号については色信号間の関係として差の変化が少ないと仮定した場合の補間方式が演算量に対するS/N比が良いことを明らかにした。

第4章では、静止画像処理のJPEGベースライン・システムの処理において、各種データ処理におけるメモリ使用の高速化手法、並列実行機能を持つマイクロコントローラに適したDCTの高速アルゴリズムを提案した。

第5章では、3次元グラフィックス処理において浮動小数点演算が大部分を占めるため、この演算について座標を表す数値の小数点位置の工夫、適応的な乗算演算を用いた固定小数点化等を行って高速化する方法を提案し、実用的な処理時間を実現した。

第6章では、MPEGオーディオ・レイヤーⅢに基づくオーディオ復号処理の高速化手法について検討した。本処理には、積和演算を用いた多くのフィルタ処理が必要であり、フィルタ係数の対称性を利用した計算の簡略化手法、メモリへの連続アクセスによる高速化手法を提案した。

第7章は結論であり、第2章で提案された画像・音響処理の基本的な高速化手法がデジタル・スチル・カメラ、JPEG、3次元グラフィックス、オーディオ復元各々の処理において有効であること、さらにこれらの処理に適応した高速化手法を追加することにより、DRAMを内蔵した32ビットマイクロコントローラを使って実用的な処理が実現されたことを述べている。

よって、本研究の成果は工学的情報処理の分野において大変有用であり、本論文は博士(工学)の学位を授与するにふさわしい内容であると認める。