

論文内容の要旨

博士論文題目 単板カラーカメラの相関方向判別色分離方式に関する研究

氏名 村田治彦

本研究の目的は、モザイクフィルタ方式における単板式カラーCCDカメラの画質改善手法を開発することにある。

本論文では、デバイスの小型軽量化と画像処理の高速化に有用な相関方向判別色分離方式を考案し、実際にLSIを設計製作し、その評価をまとめている。本方式の特徴は、ベイヤー配列(G市松・RB線順次モザイク配列)の色フィルタを配した全画素独立読み出しCCD(PS-CCD:Progressive Scan CCD)用の色分離方式について考察し、CCDから出力された撮像信号の局所領域における画像の相関性を利用して、過渡特性の改善による解像度の向上と偽色信号の低減の両立を実現する点にあり、以下の5章から構成されている。

まず、本研究の背景と目的について述べた後、第2章では、従来のPS-CCD用色分離方式としてエリア色分離方式について概観し、単板式カラーカメラの色分離の際に発生する課題のうち最も問題となる、画像の鮮鋭感・解像度向上のベースとなる色分離信号の過渡特性と偽色信号の発生について考察している。第3章では、従来技術の課題を解決する2つのライン相関色分離方式を提案し、過渡特性・偽色信号・対ノイズ特性の3点について考察し、ライン相関色分離方式の性能を引き出すための鍵となるアルゴリズムとして、CCDから出力された撮像信号において局所領域毎の画像の状態に応じてその場所の相関方向を検出する相関方向判別方式を提案している。また、この方向判別においては被写体色により発生する判別精度の低下を補償する手法として、彩度に応じて方向判別に用いる信号を変更する彩度適応相関方向判別法を提案し、上述の色分離方式と組み合わせることにより解像度の向上と偽色信号の低減に有用であることが検証されている。第4章では、画像シミュレーション手法により従来のエリア相関色分離方式と提案したライン相関色分離方式を比較し、その評価結果を示すとともに、提案した手法が回路規模や計算速度の面からLSI化においては最も良好な成績を得ることが記述され、第5章では、論文の結論をまとめるとともに今後の展開について考察している。

氏名	村田 治彦
----	-------

(論文審査結果の要旨)

本論文は、民生用カラーカメラの主流であるモザイクフィルタ型単板式撮像方式における画質向上を図るための色信号処理技術に関する実証研究である。単板式撮像方式は小型軽量化に適していたが、従来のエリア相関色分離方式の問題点である、垂直解像度ならびに水平解像度の不足、周波数エイリアシングによる偽色信号の発生、過渡特性の劣化などを解決するライン相関色分離手法を考案し、実装可能な LSI を試作開発したものである。本論文の成果は以下の3点に要約される。

1. 同一の垂直ラインまた水平ライン上に2種類の色フィルタのみを配置するベイヤー配列色フィルタ方式 CCD の対象画素出力信号は、もう一つの色信号を含まないことからなんらかの推定手段が必要となるが、隣接ライン信号から画像の相関性を利用して推定するライン相関色分離方式を提案し、従来の近傍画像信号を利用するエリア相関色分離方式に内在していた過渡特性・偽色信号・対ノイズ特性の3つの問題点を解決した。
2. ライン相関色分離方式は画面映像に適した相関方向が垂直方向であるか水平方向であるかを検出する手法が必要となり複雑化するが、有彩色画像か無彩色画像化かをリアルタイムで判別することにより相関方向が適応的に検出可能な彩度適応相関方向判別法を提案し、単純な手法で偽色信号の発生が抑圧できることを明らかにした。
3. ライン相関色分離方式として、ライン原色相関色分離方式とライン色差相関色分離方式の二種類を考案して検討した結果、総合性能は前者が優るものの LSI 化の観点からは後者の方式が有利であることを検証し、後者の色分離方式と彩度適応相関方向判別法を組み合わせた LSI を設計製作し、本手法の実用化に道を開いた。

以上述べたように、本論文は民生用デジタルビデオカメラに多用されているベイヤー配列色フィルタ CCD に内在する過渡応答・偽色信号・対ノイズ特性の問題に対する有効な解法を見出すとともに、回路規模の増大がなく解像度の向上と偽色信号の低減が可能な高画質 CCD カメラを試作して性能評価するという実証研究に特徴を持っている。これらの研究成果は、学会論文誌1件、査読付国際学会4件、解説論文1件、ならびに連名者発表4件(学会論文誌1件、査読付き国際学会2件、解説論文1件)として公表され、学術面での貢献を認めることができる。また、本研究関連の出願特許32件は我が国の科学技術の発展と社会的ニーズに応える真の実用研究としての貢献も大きいことを示している。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。