

# CCD/CMOS イメージセンサ用画像処理デバイスシミュレータの開発

森末 尚志 青木 淳 栗本 孝一 鈴木 郁子

シャープ株式会社

## 1. はじめに

デジタルカメラやカメラ付携帯電話の急速な普及に伴い、CCD/CMOS センサーは画素数のみならず画質への要望が高まっている。また、これらのコンシューマ向け機器は製品サイクルが短く、市場ニーズに迅速に対応してデバイスを投入しなければならない。

そこで、デバイスの試作を待たずに画像処理方式を検討・評価できる CCD/CMOS イメージセンサのデバイスシミュレータを開発した。これにより、デバイス開発の初期段階で画像処理アルゴリズムの効果を画像で確認でき、新規デバイスの開発期間を短縮できる。

## 2. シミュレータの構成

図1に、シミュレータの入出力データを示す。本シミュレータは、イメージセンサより出力されたベイヤ配列形式[1]の画像ファイル及び、画像処理に用いる各種パラメータを格納したファイル（レジスタ設定値）を入力し、ガンマ補正や補間等の各種画像処理を行った後、最終的な RGB 画像ファイルを出力する。更に必要であれば、処理途中の中間画像や、画像の特徴を表すデータファイルを出力する。

図2に、シミュレータ内部のブロック構成例を示す。この例では、入力されたベイヤ信号に対し、ホワイトバランスブロックで白色を調整し、ガンマ補正ブロックで階調特性を調整し、補間ブロックでベイヤ信号から RGB 信号を生成する。次に輝度信号処理ブロックで、RGB 信号を輝度信号に変換

し、エッジ強調による鮮鋭化処理を行い、色信号処理ブロックで、RGB 信号を色差信号に変換し、色合いの調整を行う。最後に出力変換ブロックで、輝度・色差信号を RGB 信号に変換し、ビットマップ画像として出力する。尚、本シミュレータは、内部のブロック構成を変更することができる。

## 3. シミュレータの特徴

本シミュレータの特徴を以下に示す。

### 3-1. 中間画像出力機能

処理途中の画像データを出力する機能である。このデータを VHDL 等のハードウェア記述言語のデバッグに利用することができる。例えば、補間回路の VHDL シミュレーションにおいて、本シミュレータから出力された補間直前のベイヤデータを入力し、その出力結果が、本シミュレータから出力された補間直後の RGB データと一致しているかどうかを確認することで、補間回路の VHDL ソースをデバッグすることができる。

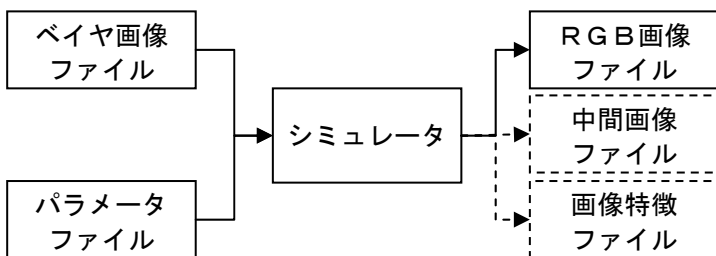


図1 シミュレータの入出力データ

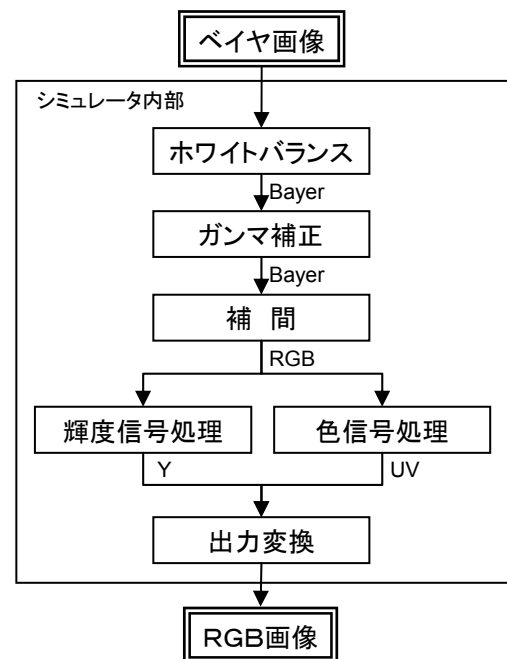


図2 シミュレータ構成例

### 3-2. 画像特徴出力機能

画像の特徴を表すデータを出力する機能である。このデータを分析することで、画質改善案の性能を容易に検証することができる。例えば、全画素の輝度信号を一定にし、色差信号の情報のみを画像データとして出力することにより、解像度チャートなどの無彩色の被写体を撮影した場合、偽色の発生状況を瞬時に知ることができる。

### 3-3. 汎用性

C言語で記述され、かつ処理ブロック単位でモジュール化されているため、アルゴリズムの変更が容易であり、各種改善案を実装し、評価することができる。

### 3-4. 利便性

バッチ処理が可能であるため、複数の画像や画質改善案の処理を一度に行うことができる。

## 4. 画質改善事例

本シミュレータを活用し、画質の改善を試みている。

画像処理の中でも特に重要な補間ブロックの改善事例を示す。カラー撮像方式が単板式の場合、入力されるベイヤー信号には画素毎に RGB の色成分の中で1色分の値しか保持していないため、この補間ブロックにおいて、画素毎に残り2色分の情報を周辺画素の色成分値から推定することで、残りの色情報を得る。

改善前の補間手法としては、注目画素の色成分値を、周辺画素の同じ色要素の成分値の平均を取ることによって求める手法[2]が用いられていたが、一種のローパス処理であるため、図3(a)のように、解像度の低下や、エッジ部において画質劣化要因であるジャギや偽色が発生していた。

上記問題点を解決するため、各画素に対して、パターンマッチングにより、その画素付近におけるエッジの有無や方向性を検出し、その方向性に応じた補間演算を行うことにより、元の被写体にあるエッジ成分を保持し、解像度を向上させる手法を考案・実装し、シミュレータにより画像を出力した(図3(b)参照)。これにより、解像度の向上が見られたが、依然として偽色やジャギが発生していた。

そこでエッジの方向性考慮に加えて、局所領域において、異なる色信号の差がほぼ一定という色の相関性を利用した新たな補間演算[3]を考案・実装し、画像を出力した(図3(c)参照)。これにより、上記問題点を解決した。

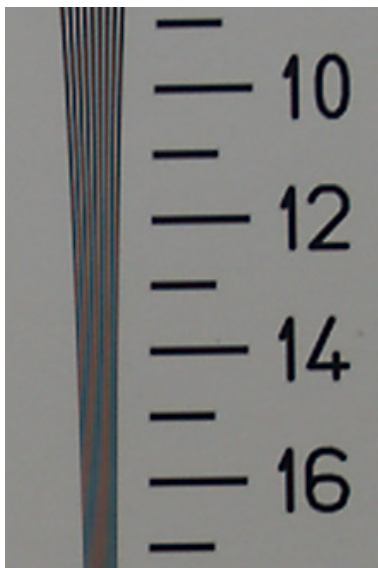
## 5. まとめ

本シミュレータを利用することで、画質改善の取り組みや、デバイス開発を効率良く行うことができた。

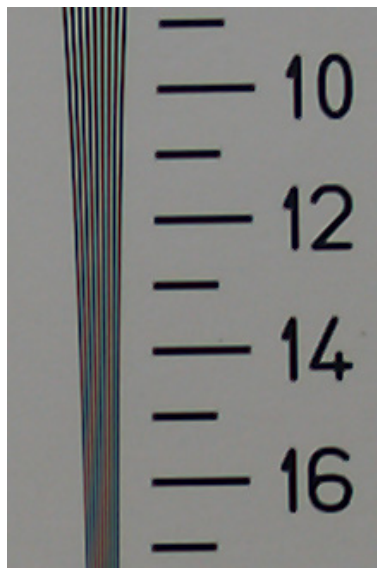
今後の課題としては、対話的に処理ブロックを変更できる機能の追加や、画質評価との連携による最適なパラメータの自動計算などが挙げられる。

## 参考文献

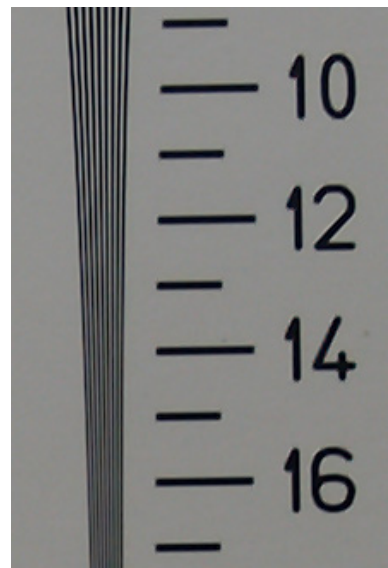
- [1] Bryce E. Bayer : Color imaging array, U.S. Patent 3971065
- [2] (社)日本写真学会 出版委員会編：ファインイメージングとデジタル写真、コロナ社、p.105、2001
- [3] 青木淳、森末尚志、鈴木郁子：色相関補間を用いた単板式カラーセンサーを持つ電子カメラの画質改善、平成16年度情報処理学会関西支部大会、pp.11-12



(a) 従来



(b) 補間改良1



(c) 補間改良2

図3 シミュレータ出力画像