

## 論文内容の要旨

博士論文題目 撮像装置の電子式手ぶれ補正に関する研究

氏 名 畑中 晴雄

本研究の目的は、デジタルカメラの静止画用電子式手ぶれ補正手法を開発することにある。

本論文では、画像復元式に内在するジャイロセンサによる手ぶれ検出精度が低いため補正画像にリングングノイズが発生するという問題や画像重ね合わせ式の抱える加算合成による合成画像のノイズが画像枚数のルート倍で増大するという問題を解決する2つの新技術、「長短露光画像復元式」ならびに「長短露光画像合成式」を提案する。まず「長短露光画像復元式」は、通常露光画像と短露光画像を連写し、それらの画像から通常露光画像の手ぶれを高速・高精度に検出し、画像復元により手ぶれを補正する手法である。また「長短露光画像合成式」は、通常露光画像と短露光画像を連写し、ぶれが気になるエッジ部はぶれの少ない短露光画像から画素値を取得し、ノイズが気になる平坦部はノイズの少ない通常露光画像から画素値を取得するというコンセプトに基づき2枚の画像を加重加算合成する手法である。さらに、上記2種類の提案方式を実装したデジタルカメラの試作機をそれぞれ製作し、性能評価実験を行い、提案手法の有効性を検証している。本論文は以下の6章からなる。

第1章では研究のモチベーションと関連する研究が紹介され、第2章では長短露光画像復元式手ぶれ補正法について、長短露光画像による点拡がり関数の推定や画像復元フィルタの縮小化ならびにエッジ強度に基づくリングング除去などの観点から記述されている。

第3章では、長短露光画像合成式手ぶれ補正法の基本アルゴリズムやノイズにロバストな Visual Blur Map あるいはぶれを考慮した高精度位置合わせなどについて記述している。

第4章では、手ぶれ量と補正性能、またノイズ量と補正性能、という観点からこれらの提案方式の有効性を確かめるためのシミュレーション実験を行い、画質改善効果を実証している。

第5章では、実際にデジタルカメラに実装試作して性能評価しており、第6章の結論では本研究を総括し、将来的展望を記述している。

氏名	畑中晴雄
----	------

(論文審査結果の要旨)

本論文は、デジタルカメラの重要な機能として注目されている手ぶれによる画像劣化を低減する手ぶれ補正技術に関する問題に対する解法を提案した画像処理領域の先端科学技術に関する研究論文である。現在、手ぶれ補正には、カメラの動きをジャイロセンサで検出しながら、その動きがキャンセルされるようにレンズまたは撮像素子を駆動することで手ぶれを低減する光学式と、撮影後に画像処理で手ぶれを低減する電子式がある。電子式は、光学駆動系が不要なため、サイズ、コスト、消費電力の点で有利であるが、ノイズが増大するという欠点があった。

この技術的限界を打破する可能性を追求した本論文の成果は、以下の2点に要約される。

1. 通常露光画像と短露光画像を連写し、それらの画像から通常露光画像の手ぶれを高速・高精度に検出し、画像復元により手ぶれを補正する「長短露光画像復元式」を提案し、リングングノイズの低減、およびジャイロセンサを不要化した完全電子化を実現している。
2. 通常露光画像と短露光画像を連写し、ぶれが気になるエッジ部はぶれの少ない短露光画像から画素値を取得し、ノイズが気になる平坦部はノイズの少ない通常露光画像から画素値を取得するというコンセプトに基づき、2枚の画像を加重加算合成する「長短露光画像合成式」を提案し、従来の画像重ね合わせ式の課題である、手ぶれ補正効果とノイズ低減の両立を実現した。

以上述べたように、本論文は、手ぶれによる画像劣化を低減する手ぶれ補正技術に関する問題に対する解法を提案するとともに、提案手法による実機を試作し性能を評価した実証研究である。これらの研究成果は、学会論文誌1件、査読付国際学会2件、工業所有権11件として公表されていることを鑑みると、デジタルカメラの手ぶれ補正技術分野の研究を推進する上で、学術面での貢献は大きいと認めることができる。また、市販のデジタルカメラの性能向上の上からも本手法の有用性が高いことから、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。