

## 論文内容の要旨

博士論文題目

高解像度高フレームレート化と露光量確保のための撮像方式に関する研究

氏名 今川 太郎

(論文内容の要旨)

カメラを小型化しつつ高解像度の映像を得るためには、撮像素子の微細化が必要になるが、微細化が進むに従って、画素当たりの集光量が減少し、SN比が低下するという問題がある。また、動画撮影の高解像度化では、撮像素子から記録部への画素値の読み出しデータ量が増加するが、実際の撮像システムでは、撮像素子や記録回路の動作周波数の制限により単位時間あたりの読み出しデータ量は制限されるという問題がある。本研究では、このような動画の高解像度化に係る課題を解決するために、長時間露出および画素サイズの拡大により露光量を確保し、読み取りデータ量を抑えて撮影した後、時空間高解像度化することで、高解像度高フレームレートの動画映像を得る方式を提案している。具体的には、高解像度低フレームレートで長時間露出した動画映像と、画素面積を大きくした低解像度高フレームレート動画映像とを同時撮影することで、それぞれ時間と空間方向に露光量を確保し、読み取り速度を抑えて撮影する。次に、両者が持つ異なる時空間周波数特性を相互に補完することで、画像復元の枠組みを用いて時空間高解像度画像を生成する。本論文は以下の5章から構成されている。

まず第1章では、撮像素子による露光量確保の方式と、露光量を確保した画像から高解像度画像を得るために必要な高解像度化処理と動きぶれの除去手法を概観し、本研究の位置づけと基本方針および本論文の構成について述べている。

第2章では、モノクロ動画の時空間高解像度化を目的として、時空間解像度の異なる2種類の画像を用いるという考え方にに基づき、低解像度高フレームレート画像と高解像度低フレームレート画像による撮像処理方式を提案している。

第3章では、カラー動画の時空間高解像度化を目的として、前章の提案手法を拡張する形で、時空間解像度が色ごとに異なるRGB3板撮像処理方式を提案している。

第4章では、2つの提案手法に共通する、動き検出、低解像度高フレームレート画像の動きぶれ、入力画像の時空間周波数特性、画像圧縮、演算処理の高速化の諸課題について考察している。

最後に第5章では、本研究を総括するとともに、今後の展望について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文では、ビデオカメラの高解像度高フレームレート化と露光量確保の両立を目指して、時空間解像度の異なる画像、すなわち、低解像度高フレームレート画像と高解像度低フレームレート画像から画像復元の枠組みによって高解像度高フレームレート画像を得る新しいビデオ撮像処理方式を提案している。提案方式についてシミュレーションによる画質評価等を行うとともに、実際に試作カメラシステムを用いた画像生成実験を通して、提案方式の有効性を実験的に検証している。本論文の主要な成果は以下の2点に要約される。

1. モノクロ動画の時空間高解像度化を目的として、時空間解像度の異なる2種類の画像を用いるという基本的な考え方に基づき、低解像度高フレームレート画像と高解像度低フレームレート画像によるビデオ撮像処理方式を提案するとともに、動き拘束と滑らかさ拘束を用いた正則化による画像復元の枠組みによる具体的な高解像度化処理方式を提案している。シミュレーションによる画質評価と2カメラ構成の試作カメラシステムを用いた画像生成実験を通して、提案手法の有効性を検証している。

2. カラー動画の時空間高解像度化を目的として、モノクロ動画に対する時空間解像度の異なる2カメラ構成システムを拡張する形で、時空間解像度が色ごとに異なる動画から時空間高解像度カラー画像を生成するRGB3板式撮像処理方式を提案している。シミュレーションによる利得の周波数特性評価と画質評価を行うとともに、提案手法に基づくRGB3板式の試作カメラシステムを用いたカラー画像生成実験を通して、提案手法の有効性を検証している。

以上述べたように、本論文では、ビデオカメラの小型化・高解像度化に伴って発生する高解像度高フレームレート化と露光量確保の両立という問題に対して、低解像度高フレームレート画像と高解像度低フレームレート画像から画像復元の枠組みによって高解像度高フレームレート画像を得る新しいビデオ撮像処理方式を提案している。本研究は、映像メディア処理分野において、学術的な貢献を認めることができるとともに、次世代ビデオカメラでの実用も期待できる。本論文の主要部分に相当する内容は、既に学会論文誌に2編の論文が掲載されるとともに、国際会議等においても公表されている。

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。