

論文内容の要旨

博士論文題目

Multi-dimensional Image Completion by Minimizing Energy Based on Pattern Similarity

(パターン類似度に基づくエネルギー最小化による多次元画像の欠損修復)

氏名 河合 紀彦

(論文内容の要旨)

デジタルカメラやレンジファインダなどの撮影・計測機器の普及により、現実環境の多次元画像を利用することが一般的に行われている。しかし、どのような計測機器を用いた場合においても、計測対象と計測機器の間の遮蔽物や計測機器の構造に起因して、得られるデータに不要な物体が含まれていたり欠損が存在することが多い。画像データの利用価値を高めるためには、画像中の不要な物体を除去し欠損領域を修復する画像処理手法の開発が必要である。本研究では静止画像・動画画像・三次元表面形状モデルにおける欠損領域を後処理によって修復することにより、不要な物体や欠損を持つ画像データの利用価値を高めることを目指している。このために、静止画像・動画画像・三次元表面形状モデルからなる多次元画像における欠損領域の修復問題を、パターン類似度を用いたエネルギー関数の最小化による全体最適化問題として定式化し、統一した解法の枠組みを提案している。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、多次元画像の欠損修復に係る課題を整理するとともに、従来の関連研究を概観し、本研究の位置づけと意義および本論文の構成について述べている。

第2章では、静止画像の欠損修復問題に対して、データ領域と欠損領域のパターン類似度に基づく欠損修復において問題となる不自然なテクスチャの生成を防ぐために、テクスチャの明度変化を許容するとともにテクスチャの局所性を考慮したエネルギー関数を用いる手法を提案している。

第3章では、動画画像の欠損修復問題として、全方位ビデオカメラの死角により生じる全方位動画画像の欠損修復に取り組み、欠損領域周辺の形状とカメラの位置・姿勢情報を考慮した最適化問題を定式化し、具体的な解法を示している。

第4章では、三次元表面形状の欠損修復問題に対して、データ領域と欠損領域の局所形状の類似性に基づく最適化問題を定式化し、具体的な解法を示している。

最後に第5章では、本研究を総括するとともに、今後の展望と課題について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文では、各種画像データの利用価値の向上を目指して、静止画像・動画画像・三次元表面形状データに含まれる不要物体領域の除去と計測機器の特性や物体間の遮蔽によって発生する欠損領域の修復を行う多次元画像修復手法を提案している。画像データの種類に応じて異なる手法を用いるのではなく、画像内のデータ領域と欠損領域の間でパターン類似度に基づくエネルギー関数を定義し、エネルギー最小化の最適化処理によって画像の欠損修復を実現する統一的な枠組みを提案しているところに本研究の特徴がある。本論文の主要な成果は以下の3点に要約される。

1. 静止画像の欠損修復問題に対して、データ領域と欠損領域のパターン類似度に基づく欠損修復において問題となる不自然なテクスチャの生成を防ぐために、テクスチャの明度変化とテクスチャの局所性を考慮したエネルギー関数を用いる手法を提案している。多数の実データについての実験結果を示すとともに、結果に対する定性的評価と定量的評価を実施し、提案手法の有効性と既存手法に対する優位性を検証している。

2. 全方位ビデオカメラの死角により生じる全方位動画画像の欠損修復の問題に対して、欠損領域周辺の形状とカメラの位置・姿勢情報を考慮した最適化問題を定式化し、具体的な解法を提案している。全方位マルチカメラシステムを用いた移動撮影によって取得した全方位動画画像に対して、欠損領域の修復実験を行うとともに、蓄積再生型テレプレゼンスへの応用を示すことによって提案手法の有用性を確認している。

3. 三次元表面形状の欠損修復問題に対して、データ領域と欠損領域の局所形状の類似性に基づく最適化問題を定式化し、具体的な解法を提案している。複数の距離データを用いて、隠蔽等によって発生する三次元データにおける欠損領域の修復実験を行い、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、静止画像・動画画像・三次元表面形状データの欠損修復問題を、パターン類似度に基づくエネルギー関数の最小化による最適化問題として定式化する統一的な枠組みを提案し、実験を通して、その有効性を検証している。

本研究は、画像処理分野において、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。本論文の主要部分に相当する内容について、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。また、国内学会での口頭発表に関しては2件の受賞がある。

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。