

審査の結果の要旨

氏 名 久富 健介

本論文は、「赤外線ドットパターンと赤外線カラーステレオカメラを用いた奥行き推定手法とその映像制作への応用」と題し、映像制作に適したデプスマップ推定手法について論じたものであり、9章よりなる。映像制作への応用にあたっては、デプスマップが高解像度であり、推定精度が高く、3次元形状とともにテクスチャーを同時に取得でき、テクスチャー依存性が少ない等々の条件が要求される。これに対し、本論文では、赤外線プロジェクターでドットパターンを被写体に照射し、2台の赤外線カラーカメラで撮影した赤外線ステレオ画像とカラーステレオ画像から、ステレオマッチングによりデプスマップを推定するシステムを構築し、それらの時空間コストボリュームフィルタリングによる効果的なデプスマップ推定アルゴリズムを提案し、映像制作への応用に有効な手法であることを検証した。

第1章は「序論」であり、本論文の背景と目的を論じ、本論文の構成をまとめている。

第2章は「従来のデプスマップ推定手法」と題する。従来のデプスマップの推定方法を、その能動型と受動型の2分類の代表的な手法について述べている。さらに、3次元モデルを映像制作に応用するにあたってのデプスマップ推定手法への要求条件を挙げ、各手法と照らし合わせ、課題を述べている。

第3章は「撮影システム」と題し、従来のデプスマップ推定手法で一般的に用いられるカラーステレオカメラ、デプスカメラについて述べ、本論文で提案する赤外線カメラとカラーカメラそれぞれをステレオで有するカメラレイシステムについて述べている。提案システムでは、赤外線カラー一体型カメラアレーと赤外線カラー分離型カメラアレーの2種類があり、それぞれについて述べている。

第4章は「赤外線ステレオ画像とカラーステレオ画像からの奥行き推定」と題し、赤外線カラー分離型カメラアレーで撮影した赤外線ステレオ画像とカラーステレオ画像から奥行きを推定する手法について論じている。赤外線ドットパターンを照射した赤外線ステレオ画像とカラーステレオ画像から、エッジ保存型平滑フィルタ (CLMF: Cross-based local multipoint filter) を用いたコストボリュームフィルタリングを行うことで、デプスマップを算出する。実環境で実験を行い、テクスチャーの少ない領域も含めて安定して高精度なデプスマップを推定できる有効な手法であることを示した。

第5章は「st-Cost Volume Filter による奥行き推定」と題し、4章の手法の時系列への拡張を論じている。赤外線画像系列およびカラー画像系列に対して、コストボリュームフィルタを時間方向に拡張した時空間コストボリュームに対して、エッジ保存型平滑フィルタである CLMF を時間方向に拡張した時空間 CLMF を用いて、コストボリュームフィルタリングによるデプス推定を行った。実環境の実験により、時間方向への拡張により、フリッカーを抑制した動的なデプス

マップの生成が可能であることを検証した。

第6章は、「2次元グラフカットを用いた奥行き推定」であり、コストボリュームとグラフカット処理の組み合わせによる奥行き推定を論じている。映像制作で必要となるベースラインが広いステレオカメラの場合には、コストボリュームフィルタリングでは、カメラに正対していない領域では射影変換での変形が大きく、推定精度が劣化する。射影変換による形状変形にも頑健なマッチングを実現するために、グラフカットを導入した奥行き推定を実現した。さらに、コストボリュームに対して、スキャンラインごとに2次元グラフカットを行うことで、3次元のグラフカットの導入に比して、精度を落とさずに、処理時間、メモリ使用量の双方の観点で大きく改善することができた。

第7章は、「動的計画法による奥行き推定」であり、コストボリュームフィルタリング処理のさらなる効率化について論じている。前章のグラフカット自体が多く処理時間とメモリ使用量を必要とする。これに対して、動的計画法を導入することで、さらなる処理時間の短縮とメモリ使用量の削減を図った。水平方向と垂直方向の2段階に動的計画法を実施してデプスマップを推定する手法を提案し、その有効性を確認した。

第8章は、「映像制作への応用」であり、実人物シーンの動的なデプスマップ推定を行い、3次元モデル推定を行っている。複数のステレオカメラからのデプスマップを統合することで3次元モデルを生成する手法を提示し、エラーを推定し除去し、補完を行うことで、総合的な3次元モデルの品質を確保できることを示した。

第9章は「結論」であり、本論文の内容をまとめ、今後の課題を述べた。

以上これを要するに、本論文では、赤外線プロジェクタと赤外線ステレオカメラ、カラーステレオカメラを用いた撮像系を構築し、赤外線とカラー画像のコストボリュームフィルタリングによるデプス推定、その時系列への拡張、コストボリュームの処理にグラフカットや動的計画法を導入した頑健で効率のよいデプスマップ推定法、さらにその映像制作への応用を論じたものであり、メディア工学への貢献が期待され、電子情報学上貢献するところが少なくない。

よって本論文は博士（情報理工学）の学位請求論文として合格と認められる。