

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	6軸モーションセンサ装着移動単眼カメラによる3次元距離計測
Title(English)	
著者(和文)	赤松俊弘
Author(English)	Toshihiro Akamatsu
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第9866号, 授与年月日:2015年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:廣田 薫,長橋 宏,佐藤 誠,柴田 崇徳,室伏 俊明
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9866号, Conferred date:2015/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	赤松 俊弘	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	廣田 薫	教授	審査員	室伏 俊明	准教授
	審査員	長橋 宏	教授			
		佐藤 誠	教授			
		柴田 崇徳	連携教授			

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「6軸モーションセンサ装着移動単眼カメラによる3次元距離計測」と題し、和文6章から成っている。

第1章「序論」では、従来からの基礎方程式を用いた3次元距離計測手法では最低7組以上の対応点情報が必要であり、対応誤差や誤対応を含む対応点群からより正確な計測を行うためには、対応点の選別、誤差の最小化が不可欠であることを指摘している。それらから生じる計算コストの増大という課題を解決することが、今後の3次元距離計測の発展で重要なことを主張すると共に、各章の構成に言及している。

第2章「カメラモデルと基礎行列を用いたカメラ校正法」では、本論文で用いられているピンホールカメラモデルを幾何学的に記述し、そのデジタルデータとしての扱い方についても述べている。また実際のカメラにおいて考慮されるべきレンズ収差による誤差とその影響について考察している。さらに、カメラの内部パラメータおよび外部パラメータを決定するためのキャリブレーション法について2つの基本的手法を述べた後で、エピポーラ幾何学を用いたステレオカメラのセルフキャリブレーション法への展開を提案している。

第3章「6軸モーションセンサ装着移動単眼カメラによる静止物体の3次元距離計測法」では、静止物体に対する高速な3次元距離計測実現のため、6軸モーションセンサから推定されるカメラの移動ベクトルおよび回転行列を用いて、3次元距離計測に必要な対応点数を削減する手法を提案している。予備実験として、6軸モーションセンサのデータからカメラ動作推定精度を計測し、多項式近似による移動ベクトル推定に関しては、9次および11次の多項式近似で平均誤差率3%を確認しているが、オーバーフィッティングの観点から9次が最適であることを指摘している。また回転行列に関しては積分による推定手法により2%の平均誤差率に抑えられることを確認している。さらに実画像を用いた3次元距離計測実験より、従来のステレオカメラ手法と比較して3.2倍の計算時間の向上を確認している。精度に関しては1.7倍低下しているが、実際の誤差はカメラから対象までの距離の1%以下に抑えられており、従来法との差は1mm以下であることを示して、従来法とほぼ同等の精度を保ったまま高速での3次元距離計測が可能であることを述べている。

第4章「6軸モーションセンサ装着移動単眼カメラによる移動物体の3次元距離計測法」では、カメラと計測対象の両方が移動する状況下で高速な3次元距離計測を実現するために、6軸モーションセンサによるカメラの動作推定を利用した移動物体の3次元距離計測法を提案している。提案手法では計測対象が静止しているという仮定のもと、基礎方程式を用いて仮の3次元距離計測を行い、6軸モーションセンサから推定されるカメラの動作に基づいて、計測対象の実際の位置関係を再度計算することにより、移動物体の3次元距離計測を実現している。従来のステレオカメラ手法と比較すると、2倍の計算速度の向上を確認しているが、精度では3倍の誤差を示している。しかしながら、再投影誤差としては0.28画素のため、十分実用に耐えうるレベルの誤差に抑えられていることを示唆している。

第5章「6軸モーションセンサ装着移動単眼カメラによる3次元距離計測のための対応点分類手法」では、静止・移動物体が混在するシーンにおける3次元距離計測の計算コスト削減、および安定化を目的として、6軸モーションセンサから得られるデータと基礎方程式を用い、対応点を静止・移動物体に分類するための判定基準を提案している。CG画像を用いたシミュレーション実験により、正答率0.97、適合率0.96、再現率1.00、F値0.98の分類結果を確認している。センサノイズに対する頑健性の検証実験から、約20%の誤差まで耐えうることを示している。さらに実画像を用いた実験により、正答率0.84、適合率0.93、再現率0.87、F値0.82の結果を得ており、静止物体の対応点を選別する精度は提案手法を用いない場合と比較して約25%向上していることを確認している。これにより、実環境

における有効性および安定性の向上が可能であることを示している。

第6章「結論」では、本論文で得られた成果である6軸モーションセンサ装着移動単眼カメラを用いた静止・移動物体の3次元距離計測法、および対応点分類手法を総括し、これらの技術が従来のアプリケーションに与える貢献について展望を述べている。

以上を要するに、本論文では、6軸モーションセンサ装着移動単眼カメラによる静止・移動物体の3次元距離計測法、および対応点分類手法を提案し、実画像を用いた従来手法との比較実験によりその有効性を確認している。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。