

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	A Study on Recovering Camera Motion and 3-D Structures from Sequential Monocular Images
著者(和文)	JIANGZijie
Author(English)	Zijie Jiang
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12808号, 授与年月日:2024年6月30日, 学位の種別:課程博士, 審査員:奥富 正敏,塚越 秀行,中臺 一博,田中 正行,原 精一郎,川上 玲
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12808号, Conferred date:2024/6/30, 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

(博士課程)

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	JIANG Zijie	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	奥富 正敏	特任教授	原 精一郎	准教授
	審査員	塚越 秀行	教授	川上 玲	准教授
		中臺 一博	教授		
		田中 正行	教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「A Study on Recovering Camera Motion and 3-D Structures from Sequential Monocular Images」と題し、全6章から構成されている。

第1章「Introduction」では、本研究の背景と目的および本論文の構成を述べている。従来の単眼時系列画像を用いたカメラ運動ならびに3次元構造の復元手法を3つのカテゴリに分類し、それぞれの特徴や問題点をまとめた上で、本論文各章で提案する手法の位置づけを述べている。

第2章「VIO-Aided Structure from Motion Under Challenging Environments」では、単眼時系列画像による復元が困難なシーンに対して、IMUから得られる情報を援用することで、ロバストな復元を行う手法の提案をしている。具体的には、IMUから得られるカメラ運動に関する情報を用いて、画像間の特徴点の誤対応を除去する手法、カメラ運動と3次元点群の同時推定時に、画像から計算されるコスト関数とIMUから計算されるコスト関数のバランスを適応的に調整しながら最適化を行う手法等の提案を行っている。さらに実画像を用いた実験を通じ、提案法の有効性を示している。

第3章「Self-Supervised Ego-Motion Estimation Based on Multi-Layer Fusion of RGB and Inferred Depth」では、ニューラルネットワークの自己教師学習により、単眼時系列画像からカメラの運動を推定する手法を提案している。提案法は、隣接する2フレーム間のカメラ運動の推定のために、入力カラー画像を用いたカメラ運動推定と、カラー画像から推定されるデプスマップを用いたカメラ運動推定の2つのストリームからなる。その際、2つのストリームにおける情報の統合をどの段階で行うかという問題が生じるが、提案法では、ネットワークの複数の中間層で適応的に情報の統合を行う手法を提案し、その効果を確認している。実画像を用いた実験を通じ、提案法のカメラ運動推定精度が従来法より優れていることを示している。

第4章「EMR-MSF: Self-Supervised Recurrent Monocular Scene Flow Exploiting Ego-Motion Rigidity」では、シーン中に複数の移動体が存在する状況下で、単眼時系列画像からカメラ運動、デプスマップ、シーンフローを同時に推定するための、新たなニューラルネットワーク構造と、end-to-endの自己教師学習法を提案している。特に提案法では、画像から移動体を除いたマスクを推定しつつ、そのマスクを用いてカメラの運動を推定する仕組みを取り入れることで、デプスマップやシーンフローを含めた全体の推定精度を向上させている。実シーンを用いた実験により、提案法が多く指標で従来法よりも高精度であることを示している。

第5章「Geometry-Aided Neural Radiance Fields for Novel View Synthesis in Monocular Gastroscopy」では、内視鏡で撮影された時系列画像から、Neural Radiance Fieldを利用して、任意視点の画像とデプスマップを推定する手法を提案している。Neural Radiance Fieldの学習時に、Structure from Motion手法で得られる点群情報を活用して、入力画像視点ならびに仮想視点において推定されるデプスマップに対するロスを導入することで、推定を安定化させる手法を提案している。実際の内視鏡で撮影された胃内部の時系列画像を用いた実験により、提案法の有効性を示している。

最後に第6章「Conclusions」では、各章で得られた研究成果のまとめと、今後の課題や将来展望について述べている。

以上のように本論文は、単眼時系列画像からカメラ運動ならびに3次元構造を復元するためのさまざまな提案を行っており、多様な実画像を用いた実験を通じてその有効性を示している。その成果は工学上・工業上貢献するところが大きい。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、東工大リサーチリポジトリ(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。