

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Deterministic Global Optimization to Geometric Model Fitting Problems in Computer Vision
著者(和文)	ZhengYinqiang
Author(English)	Yinqiang Zheng
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9289号, 授与年月日:2013年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:奥富 正敏,蜂屋 弘之,大山 真司,塚越 秀行,倉林 大輔
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第9289号, Conferred date:2013/9/25, 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		Zheng, Yinqiang (鄭 銀強)		
			氏名	職名			
論文審査 審査員	主査		奥富 正敏	教授	倉林 大輔	准教授	
	審査員		蜂屋 弘之	教授			
				大山 真司	准教授		
				塚越 秀行	准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「Deterministic Global Optimization to Geometric Model Fitting Problems in Computer Vision」と題し、全6章から構成されている。

第1章「Introduction」では、本研究の目的と背景について述べている。コンピュータビジョンにおけるさまざまな幾何学的推定問題に対して、ある規定されたコスト関数を最小化するモデルパラメータを求めることにより最適解を得るという方法がさかんに利用されている。本章ではまず、このような最適化手法を、局所最適化と大域的最適化、ロバスト推定と高精度推定、幾何学的距離最小化と代数的距離最小化という、いくつかの観点から手法を整理した上で、本研究の目的は、コンピュータビジョンにおける基本的な幾何学的推定問題に対し、これまで困難であった非凸のコスト関数に対する大域的最適解を求める手法を提案することであると述べている。

第2章「Feasible Linear Subsystem Maximization」では、入力データにアウトライヤを含む線形システムモデルにおいて、インライアの数最大化するロバスト推定に対する大域的最適化手法を提案している。提案手法では、この問題を混合整数非線形計画 (MINLP) 問題に置き換え、それを分枝限定 (Branch and Bound) 法により解く方法を提案し、さらに限定処理に区分線形緩和を適用することで効率性を高めている。実験により、既存のロバスト推定法に比べてより多くのインライヤを利用できること、既存の大域的最適化手法と比べて、安定性と効率性が優れていることなどを示している。

第3章「Fundamental Matrix Estimation —Geometric Criteria—」では、2枚の画像間のエピポラ幾何を規定する基礎行列を、幾何学的距離の一つである Sampson 距離の最小化に基づいて高精度に推定するための大域的最適化手法を提案している。ここでは、この問題を、非線形拘束付きの2次錐計画 (SOCP) 問題として定式化し、それを分枝限定法を用いて解いている。実験により、既存手法が局所解に陥る場合においても、提案法が常に全体最適解を得られることを示している。

第4章「Fundamental Matrix Estimation —Algebraic Criteria—」では、基礎行列推定において、ランク拘束を考慮した代数的距離最小化に基づく大域的最適化手法を提案している。ここでは、この問題を、凸緩和 (Convex Relaxation) 法と多項式システム解法 (Polynomial System Solving) を用いて解く方法を示している。実験を通じ、既存の大域的最適化手法に比べて安定であること、第3章で提案した幾何学的距離最小化に基づく手法に対し計算時間を大幅に短縮できることなどを示している。

第5章「Perspective-n-Point Problem」では、既知の3次元点とその画像投影点からカメラ位置を推定する PnP 問題に対し、代数的距離最小化に基づく大域的最適化手法を提案している。ここでは、この問題を多項式システムに帰着し、解の対称性を考慮しながらグレブナー基底を用いて解く方法を示している。実験により、提案手法では、既存の大域的最適化手法にある特異性が存在せず安定であること、幾何学的距離最小化に基づく方法と同程度の精度を保ちつつ、計算時間が 20ms と極めて高速であることなどを示している。

第6章「Conclusions and Future Works」では、研究成果のまとめと将来展望について述べている。

以上のように、本論文は、コンピュータビジョンにおける基本的な幾何学的推定問題に対し、大域的最適解を求めるための定式化と具体的手法を提案し、実験によりその有月性を示しており、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。