



Title	被写界深度・視野拡大のためのコンピュータショナルイメージング
Author(s)	中村, 友哉
Citation	大阪大学, 2015, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/52027
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

論文内容の要旨

氏 名 (中村 友哉)	
論文題名	被写界深度・視野拡大のためのコンピュータシヨナルイメージング
論文内容の要旨 イメージングシステムは一般的に鮮明な光学結像のために最適設計される。一方、近年コンピュータシヨナルイメージング(CI)と呼ばれる光学系と信号処理系の融合設計技術が活発に研究されている。CIはイメージングシステムの設計自由度を信号処理を含めた形に拡張するため、既存のイメージング技術における様々な物理制約を打破できる可能性を有している。 イメージングシステムの被写界深度及び視野は収差により制限される。開口絞りや組レンズの適用など光学設計に基づく収差抑制技術では、解像度、光量、光学系のサイズが犠牲となる。信号処理に基づく収差除去技術では、演算コストや解の安定性が問題となる。CIの分野ではこれらのトレードオフを避けつつ被写界深度あるいは視野を個別に拡大する技術が提案されていたが、これらを同時に拡大する技術は未開拓であった。また、CIに基づくアプローチでは変調光学系が必要となり、実装の簡便さが犠牲となっていた。 本論文では、CIに基づく被写界深度・視野同時拡大法の構築、及びその実装法の検討を行った。一章では、CIの概念について説明し、その実装法や既存研究をまとめた。二章では、像の重畳とフィルタリング処理に基づく被写界深度・視野同時拡大法のモデルを構築し、光線追跡による実証を行った。三章では、重畳に基づく被写界深度・視野拡大法を投影系に応用した。四章では、重畳イメージングを含む種々のCI技術で必要となる位相変調を仮想的に実装する手法を構築し、原理実証を行った。五章では、散乱現象を利用した広角撮像系の小型実装法を検討し、シミュレーション実証を行った。 本研究の成果は、イメージングにおける伝達情報量、実装の柔軟性、システムのサイズに関する物理制約を打破する手法を提供するものであり、科学計測・医療・安全保障・工業・教育・エンタテインメント等で用いられる種々の映像システムの基本性能の向上に寄与する。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (中 村 友 哉)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	谷田 純
	副 査	教授	藤崎 泰正
	副 査	教授	森田 浩
	副 査	准教授	小倉 裕介

論文審査の結果の要旨

イメージングシステムは鮮鋭な光学結像を目標として設計される。近年、コンピューショナルイメージングと呼ばれる、光学系と信号処理系の融合による撮像技術が注目されている。コンピューショナルイメージングでは、イメージングシステムに信号処理を付加した設計が可能であり、既存の撮像技術における様々な物理的制約を打破することが期待される。本論文は、コンピューショナルイメージングの考え方を基礎として、被写界深度と視野を同時に拡大する撮像手法の原理と実装手法を検討し、その有効性を明らかにしている。

イメージングシステムの被写界深度と視野は、結像光学系の各パラメーターで決まる幾何光学的特性に加えて、光学系の収差によって制限される。従来の光学設計では、開口絞りや複合レンズなどにより収差を抑制するが、解像度低下、光量減少、実装サイズ増加などが誘起される。撮影画像を直接処理する収差除去法は、演算コストや解の安定性に問題をもつ。これらのトレードオフを避けつつ、被写界深度あるいは視野の片方を拡大する技術がコンピューショナルイメージングの一手法として提案されている。ただし、被写界深度と視野の同時拡大は実現されていない。また、これらのアプローチでは光信号を変調するための特殊な光学素子が必要であり、実装における柔軟性が問題となっている。

本論文では、コンピューショナルイメージングに基づく被写界深度・視野同時拡大手法を考案し、その実装法について検討した成果がまとめられている。第一章では、コンピューショナルイメージングの概念、実装法、既存研究が整理されており、本研究の位置付けが明らかにされている。第二章では、複眼の一種である重複像眼の光学特性に着想を得た、像の重畳とフィルタリング処理に基づく被写界深度・視野同時拡大の手法が提案され、光線追跡による原理実証結果が示されている。第三章では、光伝搬の反転性に着目した、重畳に基づく被写界深度・視野拡大法の投影系への応用が検討されている。第四章では、コンピューショナルイメージング全般に適用可能な、仮想的に位相変調を実装する手法が提案され、原理実証結果が示されている。第五章では、散乱現象の無指向性に着目した、コンパクトな広角撮像系の実装法が検討され、シミュレーションによりその有効性が示されている。

本研究の成果は、コンピューショナルイメージングに基づく撮像技術の高性能化のみならず、具体的な実装法を提示するものであり、高性能・高機能なイメージングシステムの実現に貢献するものと判断される。よって、博士（情報科学）の学位論文として価値あるものと認める。