



Title	微小複眼光学系を用いた超薄型画像情報入力システムに関する研究
Author(s)	生源寺, 類
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45748
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	生源寺	類
博士の専攻分野の名称	博士 (情報科学)	
学位記番号	第 19608 号	
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日	
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 情報科学研究科情報数理学専攻	
学位論文名	微小複眼光学系を用いた超薄型画像情報入力システムに関する研究	
論文審査委員	(主査) 教授 谷田 純 (副査) 教授 魚崎 勝司 奈良工業高等専門学校校長 一岡 芳樹 助教授 栗原 聰	

論文内容の要旨

ネットワークを介したコミュニケーションや本人認証、遠隔医療支援などのさまざまなサービスを行う上で、小型・軽量な画像入力装置の開発は重要な要求である。しかし、従来の光学系を用いる限り、口径に依存するレンズの作動距離に制限され、撮像システムの大幅な小型化は期待できない。

本論文では、この問題を解決する手段として、昆虫などに見られる複眼構造を利用した、小口径レンズの並列配置による薄型・軽量な画像情報入力システムの開発に関する研究の成果をまとめた。対象システムは TOMBO (Thin Observation Module by Bound Optics) と呼ばれ、複眼光学系による装置の薄型化とディジタル処理による柔軟な画像再構成能力を特徴とする。

第 1 章では、複眼光学系の構造、工学的応用について述べた。また、それらの特徴、問題点をまとめ、本研究の位置づけを明らかにした。

第 2 章では、本研究の基盤となる、複眼画像入力装置 TOMBO の画像取得手順、ハードウェア構成、画像再構成手法について述べた。

第 3 章では、ソフトウェア処理による、再構成画像の高画質化を検討した。具体的な高画質化手法として、個眼像間の階調差を軽減するためのシェーディング補正法、キャリブレーションによるレンズアライメントの補正法、平滑な再構成画像を得るための欠失画素の補間法、および超解像手法の適用による鮮鋭化手法を検討した。

第 4 章では、TOMBO システムの構成要素と評価システムについて述べた。また、カード型プロトタイプシステムの詳細について述べ、試作システムを用いた再構成画像を示した。

第 5 章では、複眼画像に含まれる視差情報を利用した 3 次元物体像の再構成手法を提案した。評価システムを用いた検証実験により、取得した 1 枚の複眼画像から異なる距離にフォーカスを合わせることができ、それらの統合により 3 次元情報の復元ができるることを明らかにした。

第 6 章では、複数の受光素子による同一点観察によるマルチスペクトル画像の取得手法を提案した。評価システムを用いた検証実験により、7 チャンネルマルチスペクトル画像の取得を行い、提案手法の有効性を明らかにした。

第 7 章では、TOMBO システムを用いた指紋画像取得システムを提案した。また、接写撮影のための単純かつ高速な画像再構成法を提案した。さらに TOMBO システムを用いたマルチモーダル情報入力装置の一例として、同一ハー

ドウェアによる指紋画像取得と近距離撮影の実現方法を検討し、試作システムを用いた撮影実験を行い、提案手法の有効性を確認した。

論文審査の結果の要旨

小型・軽量な画像入力システムの開発は、さまざまなサービスを行う上で重要な要求である。一方、従来の光学系を用いる限り、口径に依存するレンズの作動距離に制限され、撮像システムの大幅な小型化は期待できない。本研究では、複眼光学系による装置の超薄型化とデジタル処理による柔軟な画像再構成能力を特徴とする複眼画像入力システム TOMBO の開発を行っている。光学系を微小光学系に分割することで、レンズの作動距離の短縮と同時に光学素子自体のサイズの縮小にもつながり、システムの小型化を実現する上で有効な手法であると言える。エレクトロニクス処理系による信号処理は、エレクトロニクスの特長である機能性・柔軟性・実装性などをシステムに取り込むことができ、結果として、高機能な撮像システムの実現に寄与するものである。本論文では、TOMBO システムにおける再構成画像の高画質化手法を提案している。また、TOMBO システムの応用として 3 次元物体像の再構成、指紋情報取得システムやマルチスペクトルカメラシステムを提案している。得られた結果を要約すると以下のとおりである。

- (1) 評価システムを用いた撮像実験により、取得画像の幾何光学的な逆投影に基づく画素再配置法が TOMBO システムの画像再構成法として有用であることを示している。さらに、画素再配置法をベースに再構成画像の高画質化を検討し、シェーディング補正法、光学系のアライメント補正法、欠失画素の補間法および鮮鋭化手法を提案し、評価システムを用いた撮像実験により、その有効性を確認している。
- (2) TOMBO システムの特徴を具体的なハードウェアとして提示したカード型のプロトタイプシステムを試作し、光学系とイメージセンサの厚さ 3.5 mm を実現している。
- (3) 複眼画像に含まれる視差情報を利用し、取得した 1 枚の複眼画像から異なる距離にフォーカスを合わせができる事を示し、画像情報だけではなく対象物体の 3 次元情報の復元ができる事を明らかにしている。
- (4) 複数の受光素子による同一点観察によるマルチスペクトル画像の取得手法を考案している。評価システムを用いた検証実験により、7 チャンネルマルチスペクトル画像の取得を行い、提案手法の有効性を明らかにしている。
- (5) TOMBO システムを用いた指紋画像取得システムを提案し、接写撮影のための単純かつ高速な画像再構成法を考案している。試作システムを用いた撮影実験を行い、1700 dpi を超える解像度の画像を取得しており、提案システムの有用性を実証している。さらに同一ハードウェアによる指紋画像取得と近距離撮影が可能であることを検証実験により示している。

以上のように、本論文は、微小複眼光学系を用いた超薄型画像情報入力システムにおける再構成画像の高画質化の検討と応用システムの開発について述べたものである。これらの成果は、情報フォトニクスの発展に寄与するところが大きい。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。