



|              |                                                                             |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 散乱媒体中の物体イメージングおよび物体認識に関する研究                                                 |
| Author(s)    | 安藤, 貴真                                                                      |
| Citation     | 大阪大学, 2016, 博士論文                                                            |
| Version Type | VoR                                                                         |
| URL          | <a href="https://doi.org/10.18910/55857">https://doi.org/10.18910/55857</a> |
| 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 （ 安 藤 貴 真 ）

## 論文題名

散乱媒体中の物体イメージングおよび物体認識に関する研究

## 論文内容の要旨

肌診断やマシンビジョンの分野では、反射光や外乱光の除去が不可欠な問題である。また、生体医療分野では、不透過媒体中での三次元対象の撮影において散乱除去が要求される。生物分野における散乱媒体中の三次元イメージング手法には既に共焦点イメージングや光シートイメージングが考案されているが、三次元対象の観察には三次元ないし一次元走査が必要とされる。一方で、光学系に変調システムを加えることで光を情報操作し、その変調システム情報をもとに所望の情報を抽出するコンピューティショナル技術が近年盛んに研究されている。

本論文では、外乱光下あるいは散乱媒体中の物体イメージングおよび物体認識を実験的に検討した。一章では、散乱媒体に光が入射する際の光学現象をまとめ、また、本研究に用いる物体イメージングのための再構成アルゴリズムと、物体認識のための機械学習アルゴリズムの導出を行った。二章では、構造化照明を導入して外乱光下や散乱媒体中の対象を強度変調した。符号化強度変調情報を演算系にフィードバックすることで、スパース拘束に基づく数値計算により外乱成分の分離と散乱成分の除去を単一撮像で実現できることを実験実証した。三章では、二章での提案手法を拡張し、三次元構造化照明を用いて散乱媒体中の三次元物体イメージングを走査不要で実現する手法の原理を実証した。四章では、散乱媒体を通して得られる対象のスペックル強度画像を直接機械学習することで対象を二値分類する手法を考案し実験的に実証した。

本論文の成果は、構造化照明を用いることでスキャン不要で簡便に散乱除去が実現でき、医療、診断、計測などあらゆる産業でのイメージング応用が期待される。また、四章で考案した散乱媒体中の物体認識は画像の鮮明化処理が不要であり、例えば、車載やセキュリティといった安心・安全分野で雨、霧や霪などの悪条件下での対象の自動識別に有効に活用できる。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

| 氏 名 ( 安 藤 貴 真 ) |     |     |         |
|-----------------|-----|-----|---------|
|                 | (職) | 氏 名 |         |
| 論文審査担当者         | 主 査 | 教授  | 谷 田 純   |
|                 | 副 査 | 教授  | 八 木 厚 志 |
|                 | 副 査 | 教授  | 森 田 浩   |
|                 | 副 査 | 教授  | 沼 尾 正 行 |
|                 | 副 査 | 准教授 | 小 倉 裕 介 |

## 論文審査の結果の要旨

散乱媒体を通したイメージングが重要な課題となっている。霧、霞、煙霧等の環境下での画像センシング、生体医療分野における生体観察、海洋科学分野における海中調査等では、不透過媒体中の散乱成分が測定対象物の観察の妨げとなっており、対象物体の二次元・三次元イメージングが望まれている。また、散乱媒体を通した物体認識も、生体医療やセキュリティ等さまざまなアプリケーションでの活用が期待される。本論文では、コンピュータシミュレーションに基づき、外乱光下や散乱媒体中の物体イメージングと物体認識を実現する手法を検討し、その有効性を明らかにしている。

散乱媒体を通したイメージングでは、観察される光信号に対して、対象物体から直接到達する対象成分と、多重反射光、拡散光、散乱光、外乱光等の大域成分との分離が必要となる。対象成分と大域成分は外部光源に対して異なる応答を示すため、構造化照明により対象成分のみを強度変調する手法が提案されている。しかし、単一撮影では空間解像度が低下したり、空間解像度の向上には複数回撮影が必要になるなど、効果的な手法は開発されていない。

本論文では、強度変調情報とスパース拘束に基づく演算処理を利用した外乱光下あるいは散乱媒体中の二次元・三次元イメージングと物体認識の実現手法を考案し、実験的に実証している。第一章では、散乱媒体における光学現象、光学系の線形システムモデル、圧縮センシング手法、非線形分類器等がまとめられており、本論文の基本概念と演算手法が明らかにされている。第二章では、構造化照明による対象成分の強度変調と変調情報のフィードバックによるスパース拘束に基づく数値計算を用いて外乱成分の分離と散乱成分の除去が高解像度かつ単一撮影で実現できることが実験的に示されている。第三章では、三次元構造化照明による三次元物体イメージング手法の原理が実証されている。第四章では、散乱除去プロセスを介さないスペckル画像をサポートベクターマシン分類器に直接入力することで高い正解率で物体認識が可能であることが示されている。

本研究の成果は、散乱媒体を通したイメージングと物体認識において有効な手法を提案するのみならず、多様な応用分野への可能性を提示するものであり、悪環境下での物体計測や物体認識技術の向上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。