

様 式 Z-7

平成 2 8 年度科学研究費助成事業 実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号

1

4

6

0

3

2. 研究機関名

奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名

若手研究(A)

4. 研究期間

平成 2 6 年度～平成 2 9 年度

5. 課題番号

2

6

7

0

0

0

1

3

6. 研究課題名

幾何形状と反射特性の同時計測のための光線場再構成

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
20452310	フナトミ タクヤ 船富 卓哉	情報科学研究科	准教授

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

本研究課題では、物体を取り巻く媒体中における光の空間分布を観測できるようになるチンダル現象を利用することで、どのような表面特性を持つ物体に対してもその幾何形状と反射特性（BRDF：双方向反射率分布関数）を同時に計測することを目的とする。観測対象の幾何形状とBRDFを獲得するため、チンダル現象下で物体にレーザー光を照射した様子を観測し、物体を取り巻く媒体中における光線場を再構成する。平成27年度までの取り組みを通し、物体に照射する光源としてレーザー光源を用いた場合、その偏光と散乱媒体が持つ物理的な性質（散乱光の位相関数）によって散乱光の強度が観測方向によって変化するため、通常のトモグラフィ法を適用しても媒体中の光線場を正確に推定することができないことが判明した。これを受けて平成28年度は、散乱光の位相関数の計測を実施した。散乱の位相関数はHenyey-Greenstein関数によってモデル化されることが多いため、このモデルに従って実測値からパラメータを推定することを行った。また、時間的に散乱現象が安定している媒質として、これまでの液体に限らず、エアロゲルの利用可能性について検討したが、現在のところ利用は困難であると考えている。さらに、偏光の影響を避けることを目的として、レーザー光の代わりにLEDプロジェクタの利用も検討し、現在装置への組み込みに取り組んでいる。また、シミュレーションにより、大量の観測からBRDFを推定する手法についての検討を同時に進めた。当初、大量の観測から三次元光線場を推定し、そこからBRDFを推定するアプローチを予定していたが、散乱光の位相関数などによる影響も含めてBRDFと観測画像の関係を直接モデル化し、観測画像群からBRDFを直接推定する手法を開発した。

10. キーワード

(1) BRDF

(2) 散乱光解析

(3) 位相関数

(4) 光線場

(5)

(6)

(7)

(8)

11. 現在までの進捗状況

(区分) (3) やや遅れている。 (理由) 当初の予定では実環境での計測がもう少し進んでいる予定であったが、光源が持つ偏光の影響や媒体が持つ散乱特性の影響により、観測画像の解析が困難であることが平成27年度に明らかになった。平成28年度の取り組みを通して、状況は改善されているものの、まだ完全な解決には至っていない。一方で、シミュレーションによる検証も同時に進め、少数の観測からBRDFを推定することができるよう、BRDFと観測画像の間にある関係のモデル化には進展があった。

12. 今後の研究の推進方策 等

(今後の推進方策) 次年度は最終年度であるが、引き続き実環境計測を実現するための装置の開発に取り組むと同時に、シミュレーションによる現象の解析を進める。実環境での計測結果とシミュレーションには乖離があることが予想されるため、これらの突合せをできるだけ早い段階で実現し、課題を遂行する予定である。
(次年度使用額が生じた理由と使用計画) (理由) 次年度は最終年度にあたるため、当初は情報収集や成果発表のための旅費、及び論文投稿に係る費用のみを計上していた。しかし、光源が持つ偏光や媒体が持つ散乱特性の影響が実環境計測を実現する上での障壁となっており、これらを軽減・解決するための装置の開発に時間がかかることが平成28年度の始めから見込まれていた。それに係る経費を確保するため、計画的に支出額を抑えた。 (使用計画) 光源が持つ偏光や媒体が持つ散乱特性の影響を軽減・解決するための装置の開発に次年度も取り組む予定であり、それに係る光学部品や機材等の購入、及び研究補助者の雇用に支出する。

13.研究発表（平成28年度の研究成果）

〔雑誌論文〕 計（1）件／うち査読付論文 計（1）件／うち国際共著論文 計（0）件／うちオープンアクセス 計（1）件

著 者 名		論 文 標 題				
Takafumi Iwaguchi, Takuya Funatomi, Hiroyuki Kubo, Yasuhiro Mukaigawa		Light Path Alignment for Computed Tomography of Scattering Material				
雑 誌 名		査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著
Trans. on Computer Vision and Applications		有	8	2016	1-6	—
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）						
10.1186/s41074-016-0003-2						
オープンアクセス						
オープンアクセスとしている（また、その予定である）						

〔学会発表〕 計（9）件／うち招待講演 計（1）件／うち国際学会 計（0）件

発 表 者 名		発 表 標 題	
宮田 明裕, 久保 尋之, 船富 卓哉, 向川 康博		X-Slitを備えた光源とカメラを用いたBRDF計測	
学 会 等 名		発 表 年 月 日	発 表 場 所
情報処理学会 第79回全国大会		2017年03月17日	名古屋大学 東山キャンパス（名古屋市千種区）

発 表 者 名		発 表 標 題	
伏下 晋, 久保 尋之, 船富 卓哉, 向川 康博		光学特性の異なる液体の混合による半透明物体の散乱特性再現	
学 会 等 名		発 表 年 月 日	発 表 場 所
映像表現・芸術科学フォーラム2017		2017年03月14日	お茶の水女子大学（東京都文京区）

発 表 者 名	発 表 標 題	
Xingji Zeng, Hiroyuki Kubo, Takuya Funatomi, Yasuhiro Mukaigawa	Evaluating Inverse Rendering of Subsurface Scattering using Translucent Spherical Object	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
情報処理学会 コンピュータグラフィックスとビジュアル情報学研究会	2017年03月13日	株式会社GYAO セミナールーム（東京都千代田区）

発 表 者 名	発 表 標 題	
宮田 明裕, 船富 卓哉, 久保 尋之, 向川 康博	X-Slitを用いた光線群サンプリングによる効率的なBRDF計測	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第2回 PoTS映像学シンポジウム	2017年03月13日	慶應義塾大学 日吉キャンパス（横浜市港北区）

発 表 者 名	発 表 標 題	
伏下 晋, 久保 尋之, 船富 卓哉, 向川 康博	半透明物体の散乱特性再現を目的とした液体の混合比率推定	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
画像関連学会連合会 第3回秋季合同大会	2016年11月17日	京都工芸繊維大学（京都市左京区）

発 表 者 名	発 表 標 題	
船富 卓哉	光線空間の記録・再生を超えて～編集や生成への取り組み	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
FIT2016 第15回情報科学技術フォーラム イベント企画 PoTS 映像学事始め（招待講演）	2016年09月07日	富山大学（富山県富山市）

発 表 者 名	発 表 標 題	
船富 卓哉, 飯山 将見, 角所 考, 美濃 導彦	実数値ベクトルからの3次元剛体変換の回帰	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第19回画像の認識・理解シンポジウム	2016年08月04日	アクトシティ浜松（静岡県浜松市）

発 表 者 名	発 表 標 題	
Takafumi Iwaguchi, Takuya Funatomi, Hiroyuki Kubo, Yasuhiro Mukaigawa	Light Path Alignment for Computed Tomography of Scattering Material	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第19回画像の認識・理解シンポジウム	2016年08月03日	アクトシティ浜松（静岡県浜松市）

発 表 者 名	発 表 標 題	
榊田 貴弘, 船富 卓哉, 久保 尋之, 向川 康博	実測に基づいた散乱位相関数モデルの検証	
学 会 等 名	発表年月日	発 表 場 所
第19回画像の認識・理解シンポジウム	2016年08月03日	アクトシティ浜松（静岡県浜松市）

〔図書〕 計（0）件

著 者 名	出 版 社		
書 名		発行年	総ページ数

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕 計（0）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別

〔取得〕 計（0）件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計（0）件

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

（1）国際共同研究：－

17. 備考

--