

様 式 F - 7 - 2

## 科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）実績報告書（研究実績報告書）

所属研究機関名称		奈良先端科学技術大学院大学	機関番号	1 4 6 0 3
研究 代表者	部局	先端科学技術研究科		
	職	教授		
	氏名	向川 康博		

1. 研究種目名 挑戦的研究（萌芽） 2. 課題番号 17K19979

3. 研究課題名 画像による光学解析に基づく材質特性の物理的再現

4. 補助事業期間 平成 2 9 年度～令和元年度

## 5. 研究実績の概要

本研究の目的は、光学解析手法によって計測された材質の光学特性をデジタルファブリケーション技術で物理的に再現することである。当該年度は反射特性の計測と再現に注力した。金属などの光沢物体は複雑な反射特性を示すため、一般に外観計測が困難である。これに対し、プロジェクタ・カメラシステムにおける投影コード変調計測手法を開発し、相互反射現象の解析を通して、光沢物体の外観要因である形状の計測を行った。また、光沢物体上での反射光は見る角度によって変化するため、あらゆる方向からの計測によってその反射特性を取得するアプローチが取られてきたが、膨大な計測が必要となる。そこで、近年提案された軽量の反射特性モデルを活用し、少数の多視点画像から物体の反射特性と形状を計測する手法を開発した。さらに、半透明物体の光学特性をより詳細に解析するために散乱光の時間的応答を高分解能に計測するシステムを開発し、半透明物体の分類に应用できることを示した。光の空間的広がりに加えて、時間的応答にも着目することで、外観再現の評価指標になり得る。反射特性の再現に向け、熱溶解積層（FDM）方式3Dプリンタによる特殊な印刷方法を開発した。FDM方式では、フィラメントの積層パターンによって異なる反射特性を示す。様々な積層パターンによって、その外観が変化することを確認した。また、その応用技術として、3D印刷物に対する電子透かしを提案した。

研究期間全体を通して、計測と再現の両方を視野に入れ、異なる分野を連携するという観点で、本研究は大きな意義を有した。材質の光学特性を計測および再現するという試みに対し、一定の成果を得ることができた。光学現象を物体内部と表面に大別し、内部における光学特性の計測および再現は達成した。表面における光学特性の計測は概ね達成し、再現に向けた3Dプリンタの制御を可能にした。

## 6. キーワード

デジタルファブリケーション プロジェクタ・カメラシステム 半透明度 電子透かし

## 7. 研究発表

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 A. Delmotte, K. Tanaka, H. Kubo, T. Funatomi, Y. Mukaigawa	4. 巻 -
2. 論文標題 Blind Watermarking for 3D Printed Objects by Locally Modifying Layer Thickness	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Trans. on Multimedia	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TMM.2019.2962306	査読の有無 有
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）	国際共著 -

2 版

1. 著者名 T. Ono, H. Kubo, K. Tanaka, T. Funatomi, Y. Mukaigawa	4. 巻 5
2. 論文標題 Practical BRDF Reconstruction using Reliable Regions in Geometry from Multi-View Stereo	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Computational Visual Media	6. 最初と最後の頁 325-336
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s41095-019-0150-3	査読の有無 有
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)	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件(うち招待講演 2件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 A. Delmotte, K. Tanaka, H. Kubo, T. Funatomi, Y. Mukaigawa
2. 発表標題 Blind watermarking for 3d printed objects by modifying layer thickness
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田憲, 田中賢一郎, 久保尋之, 船富卓哉, 向川康博
2. 発表標題 時間的周波数を利用した投影コードによる凹面金属の形状計測
3. 学会等名 画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北島大夢, 北野和哉, 櫛田貴弘, 田中賢一郎, 久保尋之, 船富卓哉, 向川康博
2. 発表標題 単一光子検出器を用いた光の高時間分解能計測による材質の分類
3. 学会等名 情報処理学会コンピュータビジョンとイメージメディア研究会
4. 発表年 2019年

1．発表者名 向川康博
2．発表標題 コンピュータビジョンと質感表現
3．学会等名 JEITA 人間工学専門委員会 ミニシンポジウム（招待講演）
4．発表年 2019年

1．発表者名 高谷剛志，田中賢一郎，久保尋之，船富卓哉，向川康博
2．発表標題 コンピュータビジョンによる半透明度の再現
3．学会等名 日本画像学会年次大会 Imaging Conference JAPAN 2019（招待講演）
4．発表年 2019年

〔図書〕 計0件

8．研究成果による産業財産権の出願・取得状況

計0件（うち出願0件／うち取得0件）

9．科研費を使用して開催した国際研究集会

計0件

10．本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

-

11．備考

-