

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H00744

研究課題名(和文)形状・照明・反射率を含めた環境全体の高精細3次元復元

研究課題名(英文)Detailed 3D Reconstruction of Whole Environment Including Shape, Illumination, and Reflectance

研究代表者

奥富 正敏 (Okutomi, Masatoshi)

東京工業大学・工学院・教授

研究者番号：00262303

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 41,190,000円

研究成果の概要(和文)：多視点で撮影された画像からシーンの3D形状・光源分布・反射率を同時推定するマルチビューインバースレンダリング(MVIR)の発展研究を実施した。代表的な成果として、分光MVIRおよび偏光MVIRの新たなMVIR手法を開発した。分光MVIRでは、分光スペクトルモデルに基づき、汎用のLED光源やプロジェクタとRGBカメラを用いて、高精度に物体の形状および分光反射率を推定可能な手法を開発した。偏光MVIRでは、偏光カメラを活用し、物体反射光の偏光情報から得られる表面法線に関する制約に基づき、従来MVIRより高精細な物体形状を得られる手法を開発した。得られた成果は、主要国際会議等で発表した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

画像を用いた3次元復元は、コンピュータビジョンの中核を担う研究課題である。本研究では、これまで独立に発展を続けてきた幾何学的3次元復元および光学的3次元復元を融合し、シーンの3D形状・光源分布・反射率を同時推定するマルチビューインバースレンダリング(MVIR)手法を確立・発展させた点に学術的な意義がある。MVIRは画像に含まれる幾何学的および光学的特徴を最大限活かし、シーン全体の高精度な復元を実現する手法であるため、常に高度化が求められている3次元計測技術において、多岐にわたる分野での応用が期待される。

研究成果の概要(英文)：In this study, we have developed novel multi-view inverse rendering (MVIR) methods called Spectral MVIR and Polarimetric MVIR, where detailed 3D shape, illumination, and reflectance of the scene can be estimated simultaneously from multi-view input images. Spectral MVIR enables us to estimate detailed 3D shape and precise spectral reflectance of the scene using an off-the-shelf LED bulb/projector and a standard RGB camera. Polarimetric MVIR enables us to acquire more detailed 3D shape compared with standard MVIR by exploiting the polarization information of reflected light obtained using a polarization camera. These achievements have been published in major journals or conferences, such as The Visual Computer, ECCV, and ICCV.

研究分野：コンピュータビジョン

キーワード：マルチビューインバースレンダリング 3次元復元 光源推定 反射率推定

1. 研究開始当初の背景

画像を用いた3次元復元技術は、多岐にわたる分野で応用が期待されており、コンピュータビジョンの中核を担う研究課題である。従来の3次元復元研究では、主に以下の2つのアプローチで研究が進められてきた。

- ・幾何学的アプローチ：画像間の対応付けと三角測量に基づく形状推定
- ・光学的アプローチ：画像中の陰影変化を利用した形状（法線）推定

カメラと計算機の性能向上・最適化手法などの発展に伴い、各々のアプローチは飛躍的な進化を遂げ、実用技術として普及しつつあった。その一方で、各アプローチを独立に用いた場合では、復元精度・復元可能な対象に関する限界が見え始めていた。その1つの理由として、光源・反射率・形状・多視点撮影という画像に影響を及ぼす要因全てを考慮しながらシーンを復元する、というアプローチがこれまで確立されてこなかったことが挙げられる。そのため、国内外において、上記の2つのアプローチを融合した枠組みが注目を集めていた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、異なる時刻・視点で撮影された画像から、カメラ・物体の3次元幾何情報とともに、撮影時の光源分布と物体の表面反射率の推定を行うことで、環境全体を高精度に復元することにある。本研究では、研究代表者らの提案手法である、幾何学的アプローチと光学的アプローチを融合した新しい枠組み“マルチビューインバースレンダリング”(MVIR: Multi-View Inverse Rendering)を格段に発展させ、画像からの復元研究における革新を目指すものである。

3. 研究の方法

提案するMVIRの概要を図1に示す。MVIRは、多視点で撮影された画像を入力とする。従来の幾何学的アプローチであるStructure from Motion (SfM) およびMulti-View Stereo (MVS)により初期形状を求め、幾何学的・光学的最適化により、シーンの3D形状および反射率(アルベド)・各入力画像に対する光源分布を同時推定する。研究期間を通して、主に以下の2点についてMVIRの拡張を実施した。

- ・大規模・高精細復元のためのメモリ・計算効率の良いアルゴリズム開発
- ・環境をより忠実かつ精細に再現するための光源・反射モデルの拡張と推定手法の開発

上記2点の実現のため、「スケーラブルMVIR」「フォト・ジオメトリックバンドル調整」「光源モデルの拡張」「反射率モデルの拡張」の4つのテーマを段階的に設定し、研究を実施した。

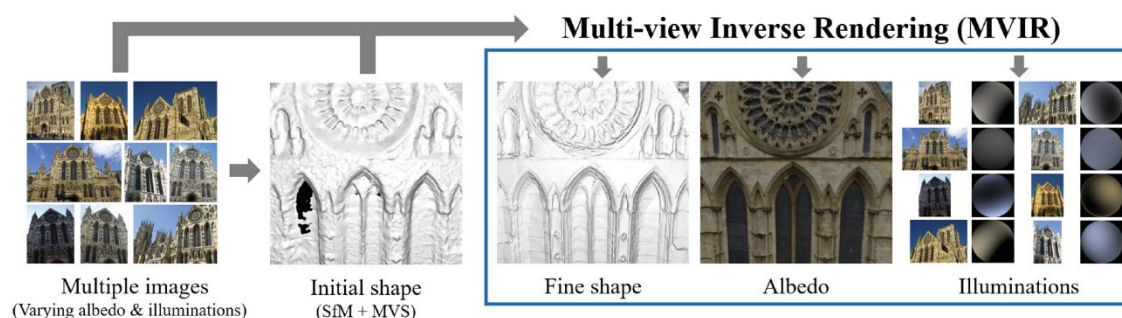


図1: MVIRの概要

4. 研究成果

(1) スケーラブルMVIR

MVIRで解くべき最適化問題は、必然的に大規模非線形最適化問題となり、従来MVIRの枠組みでは、処理可能な画像枚数・サイズに限界があった。そこで、スケーラブルMVIRと呼ぶ、計算効率を向上させたMVIR手法を開発した。スケーラブルMVIRでは、図2に示すように、初期形状を段階的に最適化・メッシュ分割するcoarse-to-fineアプローチにより、計算効率の良いアルゴリズムを開発した。図2に結果を示すとおり、スケーラブルMVIRは、従来MVIRと同等の復元精度を保ちながらも、高速化を実現出来ることを実験により確認した。

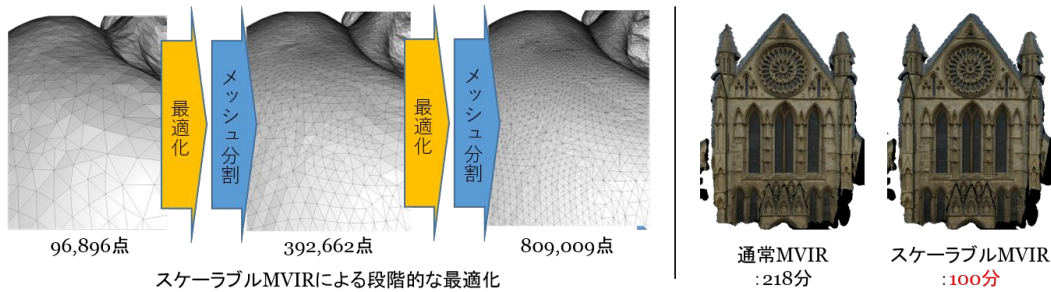


図 2 : スケーラブル MVIR による計算の効率化

(2) Pro-Cam SfM

MVIR での形状・反射率・光源の同時推定において、初期形状の精度が最終結果に大きな影響を与える事が判明している。そこで、Pro-Cam SfM と呼ぶ、プロジェクタによる構造化光 (Structured light) 投影に基づく高精度な形状復元を開発した。Pro-Cam SfM により得られた 3 次元形状は、MVIR の初期形状としても利用可能である。

図 3 に Pro-Cam SfM の概要を示す。従来の構造化光投影に基づく手法は、プロジェクタ・カメラシステムの事前キャリブレーションが必要であるのに対して、Pro-Cam SfM では、プロジェクタとカメラを交互に動かし、SfM の原理に基づく特徴点マッチング・三角測量を行うことで、カメラ・プロジェクタ位置姿勢と密な 3D 点群を同時に推定可能である。さらに、プロジェクタを構造化光投影のみに利用するだけでなく、マルチスペクトル照明としても活用することで、プロジェクタ 1 台とカメラ 1 台のみを用いて物体 3 次元形状と分光反射率を同時に取得可能な、低コストかつ実用的な分光 3 次元計測システムを開発した。

Pro-Cam SfM に関連する成果は、The Visual Computer・ICCV・ICCE などの、コンピュータビジョン・コンシューマエレクトロニクス分野の主要ジャーナル・国際会議にて発表した。また、主要国内会議である SSI 2018・2020 にて発表を行い、それぞれの発表が受賞するに至っている。

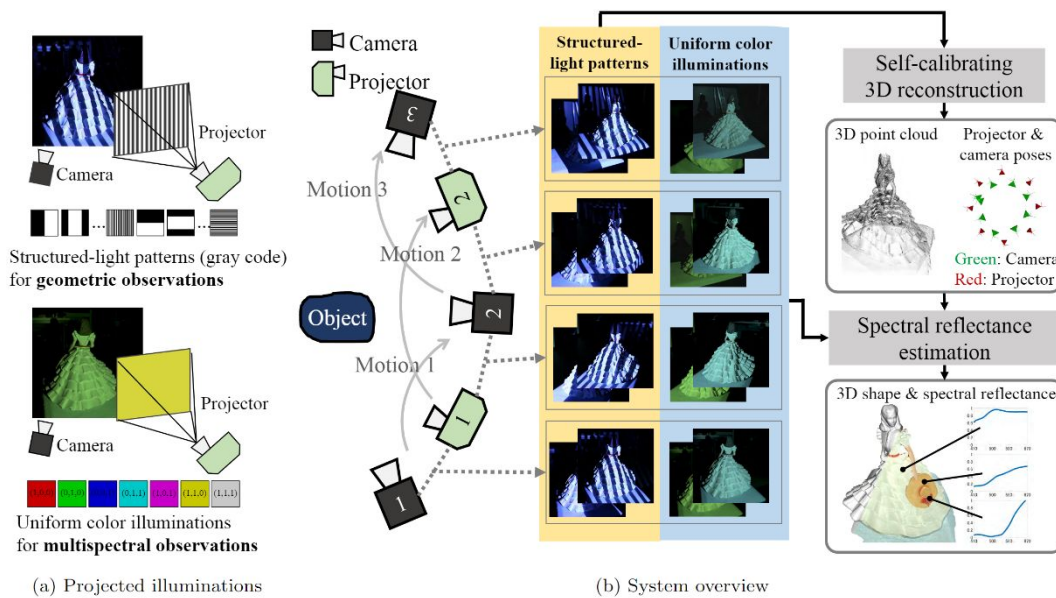


図 3 : Pro-Cam SfM システムの概要

(3) 分光 MVIR

物体表面の反射率は、本来、各波長に対して定義される分光反射率として表現される。分光反射率は、物体固有の物理量であり、RGB 値より豊富な情報を含んでいるため、古美術品のデジタルアーカイブ、高品質 CG や 3D プリンティング、物体異常検出など、高忠実な物体計測・モデリングが求められる産業応用において、非常に有用な情報である。しかしながら、従来 MVIR では、カメラ感度に依存する RGB 光源・反射モデルを適用するに留まっているため、物体固有の各波長に対する分光反射率を取得できなかった。そこで、新たに分光 MVIR (Spectral MVIR) と呼ぶ手法を開発した。

図 3 に分光 MVIR の概要を示す。分光 MVIR では、従来 MVIR の RGB 光源・反射モデルを発展さ

せ、分光スペクトルモデルへと拡張することで、高精細な物体形状、分光反射率および光源位置を同時に推定可能である。SfM および MVS で求めたカメラポーズ・初期形状に対して、近接光源モデルおよび分光スペクトルモデルを用いて、物体形状・物体分光反射率・光源位置を MVIR の枠組みで同時最適化する。分光 MVIR の開発により、汎用の LED 光源やプロジェクタと通常の RGB カメラを用いて、光源位置未知の撮影状況下においてもキャリブレーションを必要とせず、高精度に物体形状および物体固有の分光反射率が推定可能となった。

分光 MVIR に関連する成果は、コンピュータグラフィック分野の有名国際会議である ICCP、主要国内会議である SSII にて発表した。

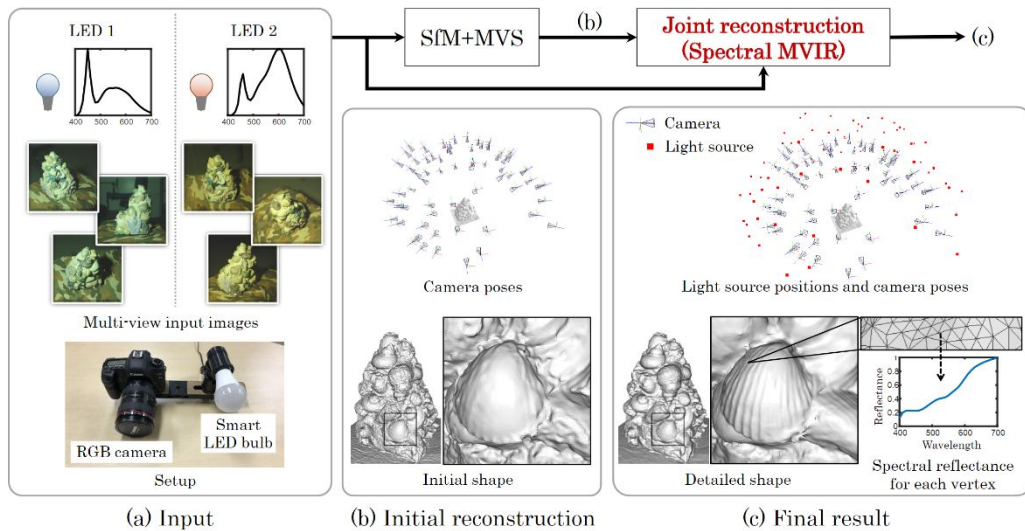


図 4：分光 MVIR (Spectral MVIR) の概要

(4) 偏光 MVIR

近年、ワンショット偏光カメラの開発および低価格化に伴い、多視点の偏光画像を用いた 3 次元復元手法が注目を集めている。反射光の偏光角 (angle of polarization, AoP) は物体の表面法線の方位角に関連しているため、偏光情報は 3 次元復元において大きな可能性を秘めている。そこで、偏光 MVIR (Polarimetric MVIR) と呼ぶ、偏光情報を利用してより高精細な 3 次元復元を行う手法を開発した。

図 4 に偏光 MVIR の概要を示す。偏光 MVIR では、はじめに、ワンショットカラー偏光カメラにより撮影した偏光画像から、通常の RGB 画像と AoP 画像を取得する。つぎに、従来 MVIR と同様に、SfM と MVS によりカメラポーズと初期形状を推定する。その後、多視点のカラー偏光画像から取得した RGB 画像と AoP 画像を同時に利用することで、初期形状をリファインするとともに物体反射率と各視点に対する光源分布を同時推定する。偏光 MVIR では、物体反射光の偏光情報から得られる物体表面法線に関する制約を MVIR に加えることで、従来 MVIR より高精細な物体形状を得ることが可能である。また、偏光 MVIR の最適化において、偏光の方位角の曖昧性を考慮した新たなコスト関数を提案することで、対象物体の材質に制約のない復元が可能となった。

偏光 MVIR に関する成果は、コンピュータビジョン分野のトップ国際会議である ECCV、主要国内会議である SSII にて発表した。

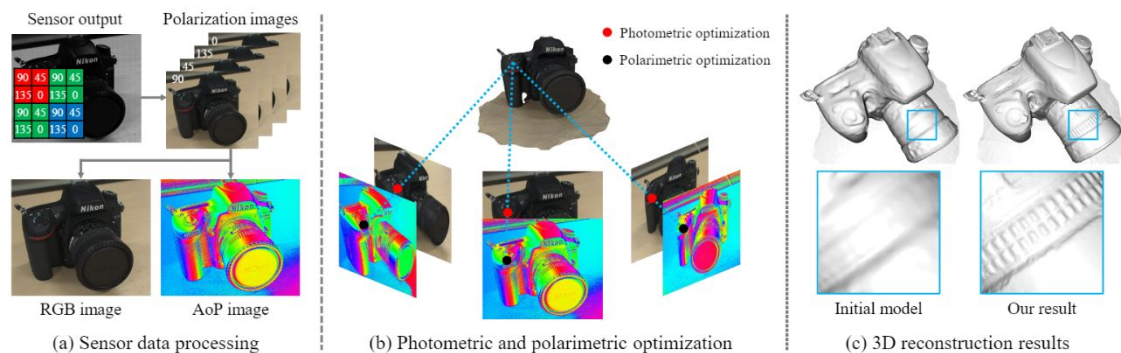


図 5：偏光 MVIR (Polarimetric MVIR) の概要

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Toft Carl, Maddern Will, Torii Akihiko, Hammarstrand Lars, Stenborg Erik, Safari Daniel, Okutomi Masatoshi, Pollefeys Marc, Sivic Josef, Pajdla Tomas, Kahl Fredrik, Sattler Torsten	4. 巻 44
2. 論文標題 Long-Term Visual Localization Revisited	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	6. 最初と最後の頁 2074 ~ 2088
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TPAMI.2020.3032010	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Li Chunyu, Monno Yusuke, Okutomi Masatoshi	4. 巻 -
2. 論文標題 Pro-Cam SSfM: projector?camera system for structure and spectral reflectance from motion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Visual Computer	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) 10.1007/s00371-022-02434-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Widya Aji Resindra, Monno Yusuke, Okutomi Masatoshi, Suzuki Sho, Gotoda Takuji, Miki Kenji	4. 巻 9
2. 論文標題 Stomach 3D Reconstruction Using Virtual Chromoendoscopic Images	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine	6. 最初と最後の頁 1700211-1 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JTEHM.2021.3062226	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 -
1. 著者名 Widya Aji Resindra, Monno Yusuke, Okutomi Masatoshi, Suzuki Sho, Gotoda Takuji, Miki Kenji	4. 巻 7
2. 論文標題 Whole Stomach 3D Reconstruction and Frame Localization from Monocular Endoscope Video	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine	6. 最初と最後の頁 3300310-1 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/JTEHM.2019.2946802	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 -

1. 著者名 Torii Akihiko, Taira Hajime, Sivic Josef, Pollefeys Marc, Okutomi Masatoshi, Pajdla Tomas, Sattler Torsten	4. 巻 -
2. 論文標題 Are Large-Scale 3D Models Really Necessary for Accurate Visual Localization?	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	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/TPAMI.2019.2941876	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Taira Hajime, Okutomi Masatoshi, Sattler Torsten, Cimpoi Mircea, Pollefeys Marc, Sivic Josef, Pajdla Tomas, Torii Akihiko	4. 巻 -
2. 論文標題 InLoc: Indoor Visual Localization with Dense Matching and View Synthesis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	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/TPAMI.2019.2952114	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Widya Aji Resindra, Torii Akihiko, Okutomi Masatoshi	4. 巻 10
2. 論文標題 Structure from motion using dense CNN features with keypoint relocalization	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 IPSN Transactions on Computer Vision and Applications	6. 最初と最後の頁 Article:6, 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s41074-018-0042-y	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46件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 22件)

1. 発表者名 Jinyu Zhao, Yusuke Monno and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Polarimetric Multi-view Inverse Rendering
3. 学会等名 16th European Conference on Computer Vision (ECCV2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Chunyu Li, Yusuke Monno, Hironori Hidaka and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Pro-Cam SSfM: Projector-Camera System for Structure and Spectral Reflectance from Motion
3. 学会等名 第23回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2020) (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sho Suzuki, Kenji Miki, Takuji Gotoda, Aji Resindra Widya, Yusuke Monno, Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 3D Model Reconstruction of Whole Stomach from Standard Endoscope Video
3. 学会等名 the International Digestive Disease Forum (IDDF2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hironori Hidaka, Yusuke Monno and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Spectral Reflectance Estimation Using Projector with Unknown Spectral Power Distribution
3. 学会等名 the Twenty-eighth Color and Imaging Conference (CIC28) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Aji Resindra Widya, Yusuke Monno, Masatoshi Okutomi, Sho Suzuki, Takuji Gotoda and Kenji Miki
2. 発表標題 Self-supervised monocular depth estimation in gastroendoscopy using GAN-augmented images
3. 学会等名 SPIE Medical Imaging (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Zijie Jiang, Hajime Taira, Naoyuki Miyashita and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 VIO-Aided Structure from Motion Under Challenging Environments
3. 学会等名 the 22nd IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Chunyu Li, Yusuke Monno and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Spectral MVIR: Joint Reconstruction of 3D Shape and Spectral Reflectance
3. 学会等名 IEEE International Conference on Computational Photography (ICCP2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 趙 金雨, 紋野雄介, 奥富正敏
2. 発表標題 Polarimetric MVIR: カラー偏光画像を用いたマルチビューインバースレンダリングによる高精細3次元復元
3. 学会等名 第27回画像センシングシンポジウム (SSI2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hajime Taira, Koki Onbe, Naoyuki Miyashita and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Video-Based Camera Localization Using Anchor View Detection and Recursive 3D Reconstruction
3. 学会等名 the 17th International Conference on Machine Vision Applications (MVA2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kota Arieda and Takahiro Okabe
2. 発表標題 Illumination Planning for Measuring Per-Pixel Surface Roughness
3. 学会等名 the 17th International Conference on Machine Vision Applications (MVA2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Aji Resindra Widya, Yusuke Monno, Masatoshi Okutomi, Sho Suzuki, Takuji Gotoda and Kenji Miki
2. 発表標題 Learning-Based Depth and Pose Estimation for Monocular Endoscope with Loss Generalization
3. 学会等名 the 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hirochika Tanikawa, Ryo Kawahara, and Takahiro Okabe
2. 発表標題 Online Illumination Planning for Shadow-Robust Photometric Stereo
3. 学会等名 the 28th International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zijie Jiang, Hajime Taira, Naoyuki Miyashita and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Self-Supervised Ego-Motion Estimation Based on Multi-Layer Fusion of RGB and Inferred Depth
3. 学会等名 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Chunyu Li, Yusuke Monno and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Deep Hyperspectral-Depth Reconstruction Using Single Color-Dot Projection
3. 学会等名 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 蔣 子傑, 田平 創, 宮下尚之, 奥富正敏
2. 発表標題 カラー画像と推定深度画像の Multi-Layer Fusion に基づく自己教師あり学習による Ego-Motion 推定
3. 学会等名 第28回画像センシングシンポジウム (SSI12022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 李 淳雨, 紋野雄介, 奥富正敏
2. 発表標題 マルチビューインバースレンダリングによる高精細な3D形状と分光反射率の同時推定
3. 学会等名 第28回画像センシングシンポジウム (SSI12022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田平創, Torsten Sattler, Josef Sivic, Tomas Pajdla, 鳥居秋彦, 奥富正敏
2. 発表標題 大規模屋内環境における3Dマップを用いた自己位置推定
3. 学会等名 第25回画像センシングシンポジウム (SSI12019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中島拓人, 松岡諒, 岡部孝弘
2. 発表標題 カメラ応答関数未知の単一画像からの影に基づく光源分布推定
3. 学会等名 第22回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aji Resindra Widya, Yusuke Monno, Kosuke Imahori, Masatoshi Okutomi, Sho Suzuki, Takuji Gotoda and Kenji Miki
2. 発表標題 3D Reconstruction of Whole Stomach from Endoscope Video Using Structure-from-Motion
3. 学会等名 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hajime Taira, Ignacio Rocco, Jiri Sedlar, Masatoshi Okutomi, Josef Sivic, Tomas Pajdla, Torsten Sattler and Akihiko Torii
2. 発表標題 Is This The Right Place? Geometric-Semantic Pose Verification for Indoor Visual Localization
3. 学会等名 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chunyu Li, Yusuke Monno, Hironori Hidaka and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Pro-Cam SSfM: Projector-Camera System for Structure and Spectral Reflectance from Motion
3. 学会等名 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木翔, 三木健司, 後藤田卓志, Widya Aji Resindra, 紋野雄介, 今堀公介, 奥富 正敏
2. 発表標題 内視鏡画像を基にした胃の3次元モデル表示法の開発
3. 学会等名 第27回日本消化器関連学会週間
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takuto Nakashima, Ryo Matsuoka, Takahiro Okabe
2. 発表標題 Inverse Lighting from Cast Shadows Under Unknown Radiometric Response Function
3. 学会等名 International Workshop on Frontiers of Computer Vision (IW-FCV2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木翔, 三木健司, 後藤田卓志, Widya Aji Resindra, 紋野雄介, 奥富 正敏
2. 発表標題 内視鏡画像を基にした胃の3次元モデル表示法の開発
3. 学会等名 第16回日本消化管学会総会学術集会 ワークショップ11
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中島拓人, 松岡諒, 岡部孝弘
2. 発表標題 カメラ応答関数未知の影に基づくインバースライティング
3. 学会等名 電子情報通信学会技術研究報告, PRMU2019-77
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Sho Kagami, Hajime Taira, Naoyuki Miyashita, Akihiko Torii and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 3D Pipe Network Reconstruction Based on Structure from Motion with Incremental Conic Shape Detection and Cylindrical Constraint
3. 学会等名 29th IEEE International Symposium on Industrial Electronics (ISIE2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 紋野雄介, Widya Aji Resindra, 奥富正敏, 鈴木翔, 後藤田卓志, 三木健司
2. 発表標題 内視鏡動画像からの胃の3次元形状復元
3. 学会等名 第26回画像センシングシンポジウム (SSI12020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 李淳雨, 紋野雄介, 日高宏紀, 奥富正敏
2. 発表標題 Pro-Cam SSfM: 汎用プロジェクタとカメラを用いた分光3D計測
3. 学会等名 第26回画像センシングシンポジウム (SSI12020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大石慎太郎, 奥富正敏
2. 発表標題 ステレオカメラのセルフキャリブレーションに対する解析と2フレーム手法の提案
3. 学会等名 第26回画像センシングシンポジウム (SSI12020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Aji Resindra Widya, Yusuke Monno, Masatoshi Okutomi, Sho Suzuki, Takuji Gotoda and Kenji Miki
2. 発表標題 Stomach 3D Reconstruction Based on Virtual Chromoendoscopic Image Generation
3. 学会等名 42nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中島拓人, 岡部孝弘
2. 発表標題 影に基づく光源分布とカメラ応答関数の同時推定
3. 学会等名 2018年5月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 2018年

1. 発表者名 田平創, 荻野凌, 岩田健太郎, Torsten Sattler, Josef Sivic, Tomas Pajdla, 鳥居秋彦, 奥富正敏
2. 発表標題 大規模visual localization の実用化に向けた評価用データセットの作成
3. 学会等名 第24回画像センシングシンポジウム (SSI12018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 洞山慶太, 鳥居秋彦, 奥富正敏
2. 発表標題 2時刻間のカメラ運動推定を伴うステレオセルフキャリブレーション
3. 学会等名 第24回画像センシングシンポジウム (SSI12018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 李淳雨, 鳥居秋彦, 奥富正敏
2. 発表標題 汎用のカメラとプロジェクターを用いたキャリブレーションの不要な高精度3次元計測
3. 学会等名 第24回画像センシングシンポジウム (SSI2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hajime Taira, Masatoshi Okutomi, Torsten Sattler, Mircea Cimpoi, Mark Pollefeys, Josef Sivic, Tomas Pajdla and Akihiko Torii
2. 発表標題 InLoc: Indoor Visual Localization with Dense Matching and View Synthesis
3. 学会等名 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 黒木武, 岡部孝弘
2. 発表標題 ライトフィールド履歴の類似度に基づくシーンの法線推定
3. 学会等名 2019年3月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 中嶋倫太郎, 岡部孝弘
2. 発表標題 屈折と吸収に基づく多波長画像からの水面・水中物体の形状復元
3. 学会等名 2019年3月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 有枝航汰, 岡部孝弘
2. 発表標題 外観検査のための半透明物体の表面粗さ推定
3. 学会等名 情報処理学会 第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 村上時代, 日高大地, 岡部孝弘
2. 発表標題 参照物体を用いた燐光物体の法線推定
3. 学会等名 情報処理学会 第81回全国大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田平創, Torsten Sattler, Josef Sivic, Tomas Pajdla, 鳥居秋彦, 奥富正敏
2. 発表標題 大規模屋内環境における3Dマップを用いた自己位置推定
3. 学会等名 第25回画像センシングシンポジウム (SSI12019)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Aji Resindra Widya, Yusuke Monno, Kosuke Imahori, Masatoshi Okutomi, Sho Suzuki, Takuji Gotoda and Kenji Miki
2. 発表標題 3D Reconstruction of Whole Stomach from Endoscope Video Using Structure-from-Motion
3. 学会等名 41th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鳥居秋彦, 金杞昌, 奥富正敏
2. 発表標題 Multi-View Inverse Renderingによる高精細な3次元復元
3. 学会等名 第23回画像センシングシンポジウム (SSI12017)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kichang Kim, Akihiko Torii and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Multi-View Inverse Rendering under Arbitrary Illumination and Albedo
3. 学会等名 第20回画像の認識・理解シンポジウム(MIRU2017) (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 奥富正敏
2. 発表標題 3Dシーンの復元 --より精密に、より大規模に、より完全な情報を--
3. 学会等名 3Dレーザスキャニング&イメージングシンポジウム 2017 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Chunyu Li, Akihiko Torii and Masatoshi Okutomi
2. 発表標題 Robust, Precise, and Calibration-Free Shape Acquisition with an Off-the-Shelf Camera and Projector
3. 学会等名 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hajime Taira, Masatoshi Okutomi, Torsten Sattler, Mircea Cimpoi, Josef Sivic, Mark Pollefeys, Tomas Pajdla and Akihiko Torii
2. 発表標題 InLoc: Indoor visual localization with dense matching and view synthesis
3. 学会等名 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>奥富研究室ホームページ http://www.ok.sc.e.titech.ac.jp/index-j.shtml</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	岡部 孝弘 (Okabe Takahiro) (00396904)	九州工業大学・大学院情報工学研究院・教授 (17104)	
研究分担者	鳥居 秋彦 (Torii Akihiko) (20585179)	東京工業大学・工学院・助教 (12608)	削除：2020年3月2日

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	紋野 雄介 (Monno Yusuke)		

7. 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

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------