

令和 6 年 6 月 5 日現在

機関番号：34315

研究種目：国際共同研究加速基金（国際共同研究強化(B)）

研究期間：2019～2023

課題番号：19KK0256

研究課題名（和文）ノイズロバストな透視可視化に基づく、大規模文化遺跡の3次元計測ビッグデータ活用

研究課題名（英文）Utilization of 3D Scanned Big Data of Large-Scale Cultural Heritage Sites Based on Noise-Robust Transparent Visualization

研究代表者

田中 覚（TANAKA, Satoshi）

立命館大学・情報理工学部・教授

研究者番号：60251980

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,900,000円

研究成果の概要（和文）：インドネシアのユネスコ世界遺産、ボロブドゥール寺院の3次元計測を行い、壁面レリーフ部分の3次元計測を行った。地下基礎工事部分に関しては、ユネスコのボーリング調査データを数学的に外挿して3次元モデルを構築した。石壁の背後に隠された第ゼロ階層の壁面レリーフに関しては、オランダ統治時代の単眼写真から、深層学習の技術を用いて3次元復元した。以上のデータを3次元点群として統合した。上記の統合データを用いて、ボロブドゥール寺院全体を俯瞰できる超高精細半透明可視化コンテンツ、仮想空間内での移動・観察が可能なVRシステム、点群データと可視化画像を合わせて参照できるデータベースを構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、外国の研究機関としては初めて行った、インドネシアのユネスコ世界遺産「ボロブドゥール寺院」の3次元計測に基づくデジタルアーカイブプロジェクトである。本研究により、ボロブドゥール寺院のほぼ全域のデジタルアーカイブが実現した。合わせて、可視化・VRを始めとする最先端のICTを活用した、デジタルアーカイブされたデータの利活用も実現した。また、大規模かつ複雑な文化遺跡のデジタルアーカイブを、部分毎に最適な異なる方法で行った上で、得られたマルチモーダルデータを統合して、ひとつの3次元モデルとして統合し、利活用するという道筋を示したプロトタイプ研究としての意義も大きい。

研究成果の概要（英文）：We conducted 3D scanning of the Borobudur Temple, a UNESCO World Heritage Site in Indonesia, focusing on the relief panels of the walls. For the underground foundation sections, we extrapolated UNESCO's borehole survey data and mathematically constructed a 3D model. For the ground-floor relief panels hidden behind the stone wall, we reconstructed 3D models based on photographs taken during the Dutch colonial era. All of these datasets have been integrated into a unified 3D point cloud. Using the unified 3D point cloud data mentioned above, we developed ultra-high-resolution transparent visualization content, providing an overview of the entire Borobudur Temple. Additionally, we built a VR system enabling virtual movement and observation within a virtual space. Furthermore, we established a database system allowing the point cloud data and visualization images to be referenced together.

研究分野：情報科学

キーワード：3次元計測ビッグデータ 有形文化財 デジタルアーカイブ マルチモーダルデータ 超高精細可視化
バーチャルリアリティー ボロブドゥール寺院 アジア文化遺跡

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

近年、現実世界の3次元物体の形状や色を、ポイントクラウド(大規模な点の集合)としてデジタル保存する3次元計測技術が発達し、世界中で大規模な歴史的建造物等の保存が進められている。しかし3次元計測には、強い太陽光の下にある野外の計測対象物などに関して、計測ノイズが生じやすいという問題があり、これが計測データの即時検証や柔軟な利活用を妨げてきた。本研究では、研究代表者らが開発した高品質な透視可視化手法「確率的ポイントレンダリング」を基盤技術とし、計測ノイズを手作業で削除するのではなく透明化して見えなくしてしまうことで、この問題を解決することを目指した。本研究は、遺跡のデジタル保存を進める中で上記の問題を我々と共有する、「ボロブドゥール遺跡保存局」及び「インドネシア科学院」との2年間の準備的な国際共同研究の成果に基づいた上、新たに「ジョグジャカルタ考古学センター」の参加もあり、本格的な国際共同研究プロジェクトとして実施したものである。

2. 研究の目的

本研究の目的は、大規模文化遺跡等の3次元計測データの利活用を、高性能計算に基づく可視化研究の最新成果を活用して飛躍的に進展させることにある。とくに、計測データの迅速かつ正確な処理を妨げるものとして国際的な課題となっている、計測ノイズの問題に注力し、問題意識を共有する海外の研究機関との国際共同研究を通じて、その解決に取り組む。例えば、森の中に配置された文化財では、太陽光や計測用レーザー光が木の葉で散乱し、それが原因で誤った位置に大量の点を取得され、計測ノイズとなる。日差しが強く森が深い熱帯地域などでは、特に、これが大きな問題となる。計測ノイズの除去には、通常、数日以上の手作業を要する。そこで本研究では、手作業等で計測ノイズを「除去」するのではなく、ノイズを可視化処理の中で透明化して「見えなくする」という新発想の手法「ノイズ透明化手法」の開発を目指した。そのために、研究代表者らが開発した、3次元計測で取得した大規模ポイントクラウドを対話的速度で高品質に透視可視化できる「確率的ポイントレンダリング(stochastic point-based rendering: SPBR)」(科研費・基盤研究(B) 2016~2018年度(前述))を基盤技術として用いた。また、具体的な計測・可視化の対象として、インドネシアのユネスコ世界文化遺産「ボロブドゥール寺院遺跡」(図1)を取り上げることにした。

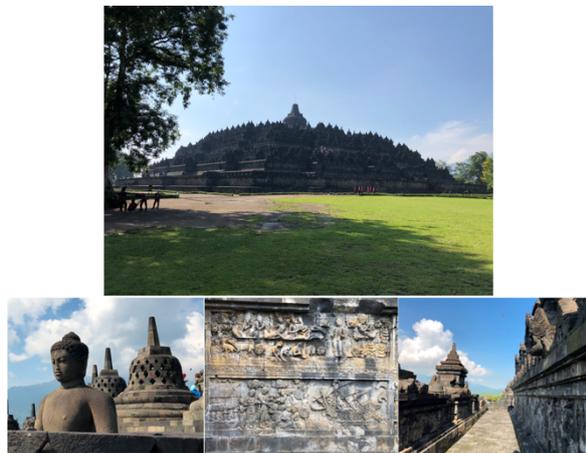


図1 インドネシア・ボロブドゥール寺院(写真)

3. 研究の方法

計測ノイズを消失させる方法のヒントは、学生時代の理科の実験の中にある。理科の実験で、例えば電流の大きさや液体の容量を測る場合、常に実験誤差が生じる。実験誤差を小さくするには、同じ実験を繰り返して行い、得られる多数の実験値を平均すれば良い。確率統計の理論における中心極限定理によれば、この平均値は正規分布に従う確率変数となり、その標準偏差は実験回数の平方根に反比例して減少する。よって、実験回数を十分に多くすれば、標準偏差がゼロになり、実験誤差を実質的に(数学的には確率収束の意味で)消失させられる。この「多数回の実験結果の平均」を、確率的ポイントレンダリングにおける中間画像群のピクセル単位での平均(平均画像の生成)に置き換えれば、実験誤差の消失と同じ原理で計測ノイズを消失させることができる。これがノイズ透明化手法の原理である。

ノイズ透明化手法は、3次元計測点群がビッグデータであることを、困難ではなく利点と捉えて有効利用する手法と言える。ビッグデータには「冗長性」がある。冗長性とは、要するに同じ情報の重複である。よって、3次元計測点群をランダム分割して得

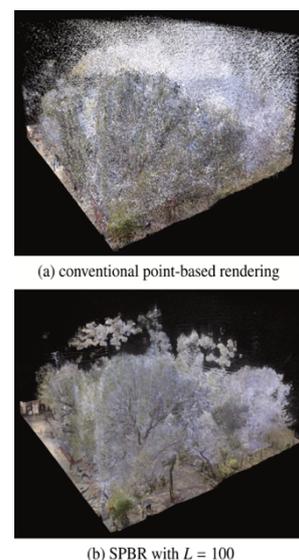


図2 京都・藤森神社の境内の森のノイズ透明化。
(a):単純点描(従来手法)、
(b):ノイズ透明化手法

られる多数の部分点群は、全て、同じ情報を有する統計的に独立かつ同一なアンサンブルと見なせる。よって、各アンサンブルから得られた画像を平均することで、実験誤差の消失と同様に、計測ノイズを消失させることができる。

4. 研究成果

(1) ノイズ透明化手法の開発

本研究では、上記の原理に基づいてノイズ透明化手法を完成させ、様々な文化財に適用して、その有用性を確認した。図2では、京都・藤森神社の境内の森の3次元計測の生データ（処理前なので非常に多くのノイズを含む）に関して、(a)単純点描で生成した画像と、(b)ノイズ透明化手法で処理して得られた透視画像を比較している。計測ノイズのほとんどが消失し、高精細な透視画像が得られている。このノイズ透明化手法は、3次元計測分野のトップジャーナル ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing (Impact Factor: 12.7) に論文が採択された (Uchida et al., 2020)。

(2) ボロブドゥール寺院のマルチデータソース可視化

ボロブドゥール寺院は、インドネシアのジャワ島中部の火山地帯にある、世界最大級の仏教寺院遺跡である。寺院の高さは約33メートルあり、一辺が約120メートルのほぼ正方形の基壇1層の上に、5層の方形と3層の円形の壇が積み重ねられ、その上に中央ドームが据え付けられている。6層の方形の壇の石壁には、合計2672枚の長方形のレリーフパネルがあり、仏教説話が壁面レリーフとして彫り描かれている。これらの壁面レリーフは5つのセクションに分けられ、それぞれのセクションで異なる仏教説話が描かれている。

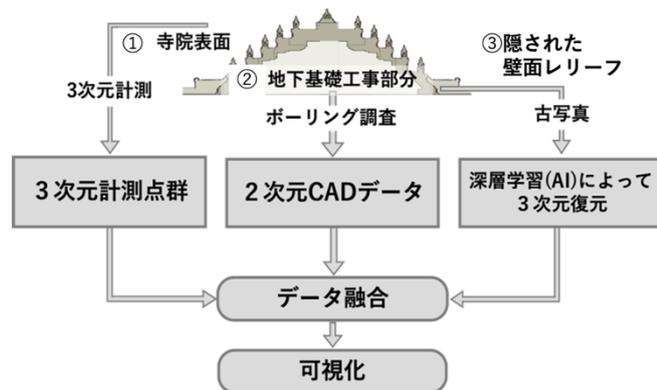


図3 ボロブドゥール寺院のマルチデータソース可視化(概念図)

我々は、寺院全体を3つの部分に分けて計測と可視化を行った。すなわち、①寺院表面（直接見える部分）、②地下基礎工事部分、そして、③隠された壁面レリーフである。以下では、巨大文化遺産のデジタル保存と可視化の事例として、①、②、③のそれぞれに対して3次元モデルを作成し、それらを統合して可視化した研究成果を紹介する。全体の流れを図3にまとめる。①、②、③の3次元モデルをそれぞれ作成してから、全体を3次元点群として統合し、得られた統合点群を入力データとして可視化を行うという流れである。

(3) 寺院表面の3次元モデル構築と可視化

外部から直接視認できる「寺院表面」に関しては3次元計測でデジタル保存を実行した。我々は、デジタルカメラを用いて2種類のフォトグラメトリ計測を実施した。まず、UAV（ドローン）を用いて建物全体を記録した計測データを取得した。しかし、これだけでは計測が荒すぎて、ボロブドゥール寺院の特徴である壁面レリーフを正確に記録できない。そこで、各層の回廊で人手により高精細な近接フォトグラメトリ計測を実施した。いずれの計測でも、取得した写真群を、SfMソフトウェアを用いて3次元点群化した。

ボロブドゥール寺院の壁面レリーフには、寺院の建築当時のインドネシア文化を反映した様々なものが描かれている。その分析のためには、3次元計測で得られた形状からエッジ領域を抽出して可視化するエッジ強調可視化が有用である。例えば、本研究で作成した図4は、壁面レリーフとして描かれた船のひとつをとりあげて、エッジ領域すなわち角張った部分を自動抽出して、強調色を与えてハイライトさせたものである。線画のような絵が得られるため、船のデザインの分析などに有用である。このようなレリーフの特徴領域の抽出は、写真画像に画像処理を施すような従来手法では難しい。それは、レリーフのエッジ領域は、角張っているとは言っても丸みを帯びており、濃淡の変化が緩やかで不明瞭だからである。そこで我々は、可視化において不透明度を制御し、エッジ領域の不透明度を大きくすることで、壁面レリーフの明瞭なエッジ抽出に成功した。

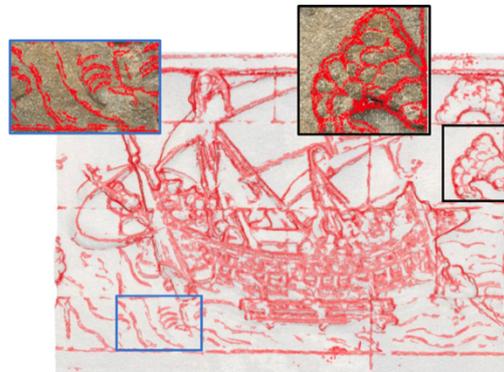


図4 壁面レリーフのエッジ強調可視化

そこで我々は、可視化において不透明度を制御し、エッジ領域の不透明度を大きくすることで、壁面レリーフの明瞭なエッジ抽出に成功した。

この成果に関しては、3次元計測のトップ国際会議 ISPRS Congress 2020 において、フルペーパーが採択されている (Kawakami et al., 2020)。

(4) 地下基礎工事部分の3次元モデル構築と可視化

外部から直接見えない「地下基礎工事部分」のデジタル保存のためには、3次元計測は利用できない。しかし、1968年にユネスコが実施したボーリング調査に基づき、1枚の断面図が2次元CADデータとしてデジタル保存されている。これによれば、地下基礎工事で造られた盛り土は、土質の異なる4つのレイヤに分かれている。我々は、この2次元CADデータを元にして、地下基礎工事部分の3次元モデルを構築した。

もちろん、1枚の断面図だけから完全な3次元モデルを再構成することはできない。そこで、断面図を数学的な計算によって外挿することで、少なくとも断面図と矛盾しないように、地下基礎工事部分の3次元モデルを構築した (Pan et al., 2021)。具体的には、断面図における各レイヤの境界線上に特徴点を多数設定した上で、断面図に非対称な3次元回転を施し、特徴点の軌跡から作られる曲線群を基にして、4つのレイヤ境界面をそれぞれポリゴン曲面として生成した。生成した4つのレイヤ境界面を半透明融合可視化した結果を図5に示す。これら4つのレイヤ境界面は、もちろん、立体形状の完全な復元とは言えない。しかし、レイヤが積み重なっているという定性的な性質を視覚的に捉えて、寺院建築の際の基礎工事に関して考察することができる。

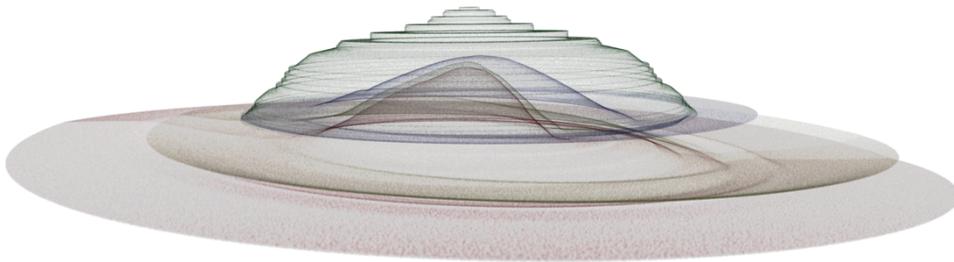


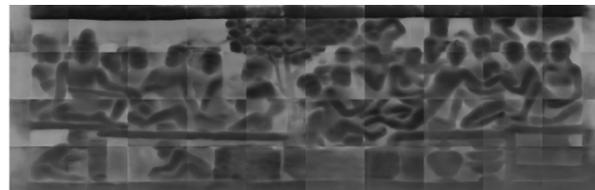
図5 地下基礎工事部分の4つの盛り土レイヤの半透明融合可視化

(5) 隠された壁面レリーフの3次元復元と可視化

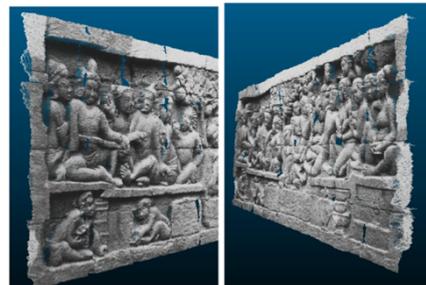
次に、これも外部からは見えない「隠された壁面レリーフ」の3次元モデル構築について述べる。前述のように、地上第1階層の壁面レリーフであるカルマウイバンガ・レリーフのほとんどの部分は、オランダ統治時代の補強工事で造られた石壁の背後に埋められて、現在は見るできない。ただし、埋められた各レリーフパネルは、全て単眼白黒写真としてデジタル保存されている。そこで、これらの2次元の写真データに凹凸の情報を付加して3次元復元することにした。

3次元復元には、深層学習の技術を用いた。必要な学習データと検証用の正解データは、東南角の外部に露出した状態のレリーフパネルを計測して作成した。我々は、4枚の隠されずに見えているレリーフパネルのうち、3枚から学習データを作成し、残りの1枚から検証用の正解データを作成した。また、学習データは多い方が良いので、地上第2層のレリーフパネルからも同様にデータを作成し合わせて用いた。

2次元画像から深度情報を復元するための深層学習ネットワークは、すでに多数提案されている。しかし、ボロブドゥール寺院の壁面レリーフのような、凹凸の変動幅が小さく、また、丸みを帯びた3次元エッジが多い形状では、復元精度が低下する傾向にある。そこで我々は、図4の作成にも用いた、丸みを帯びた3次元エッジの抽出技術を活用した。抽出した3次元エッジの情報を学習データに追加し、これを反映したマルチモーダル・ネットワークを開発することで、復元精度を大幅に向上させることができた (Pan et al., 2022)。図6に、デジタル保存されている古写真から3次元復元したカルマウイバンガ・レリーフの例を示す。



(a) 復元した深度情報



(b) 復元した3次元モデル

図6 隠された壁面レリーフの古写真からの3次元復元

(6) データ統合とマルチデータソース可視化

我々は、**図 3** に示したように、ボロボドゥール寺院を 3 つの部分、すなわち、①寺院表面、②地下基礎工事部分、③隠された壁面レリーフに分類した。それぞれを記録したデジタルデータは、3次元点群、2次元 CAD、単眼の白黒写真という全く異なる種類のものである。そのため、これまでに述べたように、部分毎に異なる方法で 3次元モデルを作成した。しかし、得られた 3次元モデルは、なお、それぞれ異質のものである。まず、寺院表面の 3次元モデルは、3次元計測データから作られているので点群データである。次に、地下基礎工事部分の 3次元モデルは、ポリゴンメッシュとして定義された曲面群である。最後に、隠された壁面レリーフの 3次元モデルは、写真の各ピクセルに深度情報を付加したものである。これら 3つを合わせて可視化するために、我々は、それぞれの 3次元モデルを点群データに変換してから融合し、ひとつの統合点群データを構築した。

図 7 に、上記 3つの 3次元モデルから構築した統合点群データを用いて、ボロボドゥール寺院の全体を半透明可視化した結果を示す。複数のデータソースを統合して行ったマルチデータソース可視化である。この図から分かるように、外から見える部分と見えない部分を合わせて可視化するには、内部を透視できる半透明可視化が有効である。また、この半透明可視化は、地下の基礎工事部分から始めて下から上へと建造が進むプロセスを可視化した、時間情報を含む 4次元可視化と解釈することもできる。半透明性を利用した 4次元可視化は、静止画であるため、通常の動画による 4次元可視化よりも、精密分析に適している。とくに、建造物の構築過程を表現するという意味で、無形文化財のビジュアル分析手法として有用である。

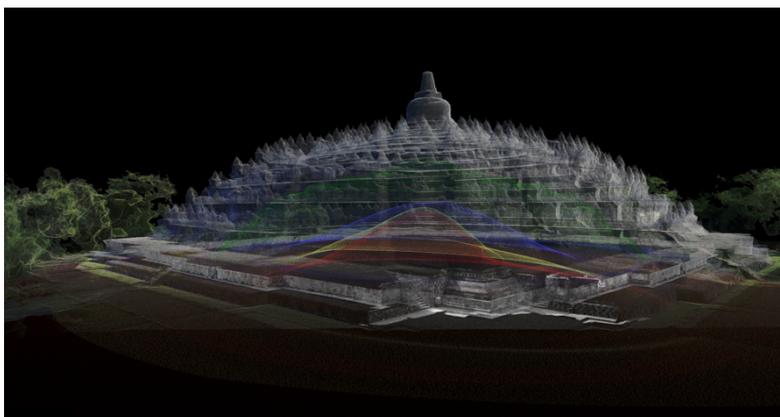


図 7 ボロボドゥール寺院全体のマルチデータソース半透明可視化

図 8 は、統合点群データを入力データとして、ボロボドゥール寺院のバーチャルリアリティシステムを構築した様子を示したものである（システムは、現在 β 版の完成度である）。同システムは、3次元計測データを直接用いた、ボロボドゥール寺院の精密なデジタルツインとしてのサイバー空間を実現している。このようなシステムも、視野が広い、いわゆる没入型可視化による文化財のビジュアル分析に有用である。現在、我々は、確率的ポイントレンダリングやノイズ透明化手法を、このようなサイバー空間構築にも利用できるよう、手法の拡張を行っている。

図 8 は、統合点群データを入力データとして、ボロボドゥール寺院のバーチャルリアリティシステムを構築した様子を示したものである（システムは、現在 β 版の完成度である）。同システムは、3次元計測データを直接用いた、ボロボドゥール寺院の精密なデジタルツインとしてのサイバー空間を実現している。このようなシステムも、視野が広い、いわゆる没入型可視化による文化財のビジュアル分析に有用である。現在、我々は、確率的ポイントレンダリングやノイズ透明化手法を、このようなサイバー空間構築にも利用できるよう、手法の拡張を行っている。



図 8 3次元計測点群を入力データとして用いたボロボドゥール寺院の VR システム

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計34件（うち査読付論文 30件 / うち国際共著 14件 / うちオープンアクセス 19件）

1. 著者名 Daimon Aoi, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Yuichi Sakano, Naohisa Sakamoto, Satoshi Tanaka	4. 巻 15
2. 論文標題 Edge highlighting of laser-scanned point clouds improves the accuracy of perceived depth in transparent multi-view 3D visualizations	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 International Journal of Modeling, Simulation, and Scientific Computing	6. 最初と最後の頁 2450021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S1793962324500211	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 B. Batjargal, J. Pan, S. Ji, L. Li, H. Yamaguchi, K. Hasegawa, T. Nishibayashi, A. Maeda, U. Sarjiati, F. I. Thufail, Brahmantara, S. Tanaka	4. 巻 XLVIII-1/W2-2023
2. 論文標題 Developing a Multimodal Database of Digital Archives for Cultural Heritage Sites --- A Case of Digitally Preserving the Borobudur Temple of Indonesia	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences	6. 最初と最後の頁 713 ~ 720
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/isprs-archives-XLVIII-1-W2-2023-713-2023	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 該当する

1. 著者名 Satoshi Tanaka	4. 巻 35
2. 論文標題 Application of 3D Scanned Big Data of Large-scale Cultural Heritage Objects Based on Noise-robust Transparent Visualization	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of System Simulation	6. 最初と最後の頁 1635-1650
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.16182/j.issn1004731x.joss.23-048	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 Ji Shenyu, Pan Jiao, Li Liang, Hasegawa Kyoko, Yamaguchi Hiroshi, Thufail Fadjar I., Brahmantara, Sarjiati Upik, Tanaka Satoshi	4. 巻 15
2. 論文標題 Semantic Segmentation for Digital Archives of Borobudur Reliefs Based on Soft-Edge Enhanced Deep Learning	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 956 ~ 956
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs15040956	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 該当する

1. 著者名 Kamisaka Soya, Nakada Satoshi, Kawahara Shintaro, Miyachi Hideo, Hasegawa Kyoko, Li Liang, Tanaka Satoshi	4. 巻 1712
2. 論文標題 Opacity-Gradation-Based Visualization of Vortices for Large-Scale Ocean Simulation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications in Computer and Information Science	6. 最初と最後の頁 227 ~ 238
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-9198-1_18	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 Aoi Daimon, Hasegawa Kyoko, Li Liang, Sakano Yuichi, Sakamoto Naohisa, Tanaka Satoshi	4. 巻 1712
2. 論文標題 Improving Depth Perception Using Edge Highlighting in Transparent Stereoscopic Visualizations of Laser-Scanned 3D Point Clouds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications in Computer and Information Science	6. 最初と最後の頁 622 ~ 631
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-9198-1_47	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 Satoshi TANAKA	4. 巻 4
2. 論文標題 Digital Archiving of Indonesian Cultural Heritage and Development of 4D High-Definition Visualization Contents	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Asia-Japan Research Institute of Ritsumeikan University	6. 最初と最後の頁 209 ~ 224
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34389/asiajapan.4.0_209	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 Jiao Pan, Weite Li, Liang Li, Kyoko Hasegawa, Satoshi Tanaka	4. 巻 4
2. 論文標題 Deep Learning in Cultural Heritage: Improving the Visualization Quality of 3D Digital Archives	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of the Asia-Japan Research Institute of Ritsumeikan University	6. 最初と最後の頁 175 ~ 190
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34389/asiajapan.4.0_175	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 該当する

1. 著者名 Li Weite, Hasegawa Kyoko, Li Liang, Tsukamoto Akihiro, Yamaguchi Hiroshi, Thufail Fadjar I., Brahmantara, Tanaka Satoshi	4. 巻 9
2. 論文標題 Deep Learning-based Highlighting Visualization for Soft Edges in Large-Scale Scanned Point Clouds	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 278 ~ 288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15748/jasse.9.278	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 該当する

1. 著者名 Li Weite, Hasegawa Kyoko, Li Liang, Tsukamoto Akihiro, Hiroshi Yamaguchi, Thufail Fadjar I., Brahmantara, Tanaka Satoshi	4. 巻 1636
2. 論文標題 Application of the Edge Upsampling Network to Soft-Edge Regions in a 3D-Scanned Point Cloud	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications in Computer and Information Science	6. 最初と最後の頁 11 ~ 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-19-6857-0_2	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 Pan Jiao, Li Liang, Yamaguchi Hiroshi, Hasegawa Kyoko, Thufail Fadjar I., Brahmantara, Tanaka Satoshi	4. 巻 183
2. 論文標題 3D reconstruction of Borobudur reliefs from 2D monocular photographs based on soft-edge enhanced deep learning	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 439 ~ 450
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isprsjprs.2021.11.007	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 該当する

1. 著者名 Pan Jiao, Li Liang, Yamaguchi Hiroshi, Hasegawa Kyoko, Thufail Fadjar I., Brahmantara, Tanaka Satoshi	4. 巻 13
2. 論文標題 Integrated High-Definition Visualization of Digital Archives for Borobudur Temple	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 5024 ~ 5024
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs13245024	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 該当する

1. 著者名 Kawato M., Li L., Hasegawa K., Adachi M., Yamaguchi H., Thufail F. I., Riyanto S., Tanaka S., Brahmantara	4. 巻 XLIII-B2-2021
2. 論文標題 A DIGITAL ARCHIVE OF BOROBUDUR BASED ON 3D POINT CLOUDS	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences	6. 最初と最後の頁 577 ~ 582
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2021-577-2021	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 該当する

1. 著者名 Li Weite, Hasegawa Kyoko, Li Liang, Tsukamoto Akihiro, Tanaka Satoshi	4. 巻 13
2. 論文標題 Deep Learning-Based Point Upsampling for Edge Enhancement of 3D-Scanned Data and Its Application to Transparent Visualization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 2526 ~ 2526
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/rs13132526	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 Choi Woong, Yanagihara Naoki, Li Liang, Kim Jaehyo, Lee Jongho	4. 巻 16
2. 論文標題 Visuomotor control of intermittent circular tracking movements with visually guided orbits in 3D VR environment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0251371
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0251371	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 該当する

1. 著者名 Aoi Daimon, Hasegawa Kyoko, Li Liang, Sakano Yuichi, Tanaka Satoshi	4. 巻 8
2. 論文標題 Application of Multiple Iso-Surface Rendering to Improvement of Perceived Depth in Transparent Stereoscopic Visualization	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Advanced Simulation in Science and Engineering	6. 最初と最後の頁 128 ~ 142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15748/jasse.8.128	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 TANAKA Satoshi	4. 巻 41
2. 論文標題 Invisibilization of Measurement Noise for Visualization of 3D Scanned Data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Visualization Society of Japan	6. 最初と最後の頁 7~11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3154/jvs.41.160_7	査読の有無 無
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 田中覚	4. 巻 692号(令和3年5号)
2. 論文標題 ICTとビックデータの時代における文化財の保存・活用への挑戦	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 月刊文化財	6. 最初と最後の頁 4~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 田中覚	4. 巻 41(160)
2. 論文標題 3次元計測データの「見える化」のための、計測ノイズの「見えない化」	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 可視化情報学会誌	6. 最初と最後の頁 7-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Liang Li, Kyoko Hasegawa, Satoshi Tanaka	4. 巻 2
2. 論文標題 Recording, Preservation, and Exhibition of Objects and Events: An Approach to Digital Museums of Cultural Heritage	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Asia-Japan Research Institute of Ritsumeikan University	6. 最初と最後の頁 166-178
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34389/asiajapan.2.0_166	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 Satoshi Tanaka	4. 巻 2
2. 論文標題 Research and Development on the Digital Museum of Asian Historical Cultural Heritage Based on Big Data Acquired by Scanning Real Objects	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of the Asia-Japan Research Institute of Ritsumeikan University	6. 最初と最後の頁 206-216
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.34389/asiajapan.2.0_206	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 J. Pan, L. Li, H. Yamaguchi, K. Hasegawa, F.I. Thufail, Brahmantara, S. Tanaka	4. 巻 V-2-2020
2. 論文標題 Fused 3D Transparent Visualization for Large-Scale Cultural Heritage using Deep Learning-based Monocular Reconstruction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.(Proc. ISPRS Congress 2020)	6. 最初と最後の頁 989-996
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/isprs-annals-V-2-2020-989-2020	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 該当する

1. 著者名 K. Kawakami, K. Hasegawa, L. Li, H. Nagata, M. Adachi, H. Yamaguchi, F. I. Thufail, S. Riyanto, Brahmantara, S. Tanaka	4. 巻 V-2-2020
2. 論文標題 Opacity-based Edge Highlighting for Transparent Visualization of 3D Scanned Point Clouds	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.(Proc. ISPRS Congress 2020)	6. 最初と最後の頁 373-380
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/isprs-annals-V-2-2020-373-2020	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 該当する

1. 著者名 Yuting Song, Biligsaikhan Batjargal, and Akira Maeda	4. 巻 3
2. 論文標題 Learning Japanese-English Bilingual Word Embeddings by Using Language Specificity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Asian Language Processing	6. 最初と最後の頁 14 pages
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1142/S2717554520500149	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 田中覚, 長谷川恭子, 李亮	4. 巻 69(811)
2. 論文標題 CPD講座・測量と計測技術の最前線 第6回 「3次元測定を用いた文化財のデジタル保存と可視化(2)」	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 建築士	6. 最初と最後の頁 36-39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Tomomasa Uchida, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Motoaki Adachi, Hiroshi Yamaguchi, Fadjar I. Thufail, Sugeng Riyanto, Atsushi Okamoto, Satoshi Tanaka	4. 巻 161
2. 論文標題 Noise-robust transparent visualization of large-scale point clouds acquired by laser scanning	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 124 ~ 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isprsjprs.2020.01.004	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 該当する

1. 著者名 Weite Li, Kenya Shigeta, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Keiji Yano, Motoaki Adachi, Satoshi Tanaka	4. 巻 8
2. 論文標題 Transparent Collision Visualization of Point Clouds Acquired by Laser Scanning	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ISPRS International Journal of Geo-Information	6. 最初と最後の頁 425 ~ 425
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijgi8090425	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 Liang Li, Kyoko Hasegawa, Itaru Nii, and Satoshi Tanaka	4. 巻 8
2. 論文標題 Fused Transparent Visualization of Point Cloud Data and Background Photographic Image for Tangible Cultural Heritage Assets	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 ISPRS International Journal of Geo-Information	6. 最初と最後の頁 343 ~ 343
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/ijgi8080343	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 Jiao Pan, Liang Li, Hiroshi Yamaguchi, Kyoko Hasegawa, Fadjar I. Thufail, Bramantara and Satoshi Tanaka	4. 巻 1094
2. 論文標題 3D Transparent Visualization of Relief-Type Cultural Heritage Assets Based on Depth Reconstruction of Old Monocular Photos	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Springer CCIS (Proc. AsiaSim 2019)	6. 最初と最後の頁 187 ~ 198
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-1078-6_16	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 Daimon Aoi, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Yuichi Sakano and Satoshi Tanaka	4. 巻 1094
2. 論文標題 Effect of Multiple Iso-surfaces in Depth Perception in Transparent Stereoscopic Visualizations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Springer CCIS (Proc. AsiaSim 2019)	6. 最初と最後の頁 174 ~ 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-1078-6_15	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 Kyouma Nishimura, Liang Li, Kyoko Hasegawa, Atsushi Okamoto, Yuichi Sakano and Satoshi Tanaka	4. 巻 1094
2. 論文標題 Visual Guide to Improving Depth Perception in See-Through Visualization of Laser-Scanned 3D Point Clouds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Springer CCIS (Proc. AsiaSim 2019)	6. 最初と最後の頁 149 ~ 160
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-981-15-1078-6_13	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 Yuting Song, Biligsaikhan Batjargal, Akira Maeda	4. 巻 1057
2. 論文標題 Title Matching for Finding Identical Metadata Records in Different Languages	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Springer CCIS (Proc. 13th International Conference on Metadata and Semantics Research))	6. 最初と最後の頁 431-437
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/978-3-030-36599-8	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 YANG Chang, 岸本征将, 李亮, 長谷川恭子, 田中覚	4. 巻 2019
2. 論文標題 ジナル制御によるLeap Motionの検出範囲の拡張と無形文化財体験システムへの応用	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会・じんもんこん2019論文集, 情報処理学会電子図書館	6. 最初と最後の頁 121-126
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 ZHAO Zihao, 李亮, 長谷川恭子, 田中覚, Fadjar I. Thufail	4. 巻 2019
2. 論文標題 インドネシア・ポロブドゥール寺院遺跡における内部建築構造の復元と透視可視化	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 情報処理学会・じんもんこん2019論文集, 情報処理学会電子図書館	6. 最初と最後の頁 287-292
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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

〔学会発表〕 計70件 (うち招待講演 12件 / うち国際学会 25件)

1. 発表者名 Qingyu Mao, Liang Li, Kyoko Hasegawa, Tomomasa Uchida, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 A Noise Transparency Approach for High-precision Visualization of 3D Scanned Point Clouds
3. 学会等名 the 22nd Asia Simulation Conference (AsiaSim2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Qingyu Mao, Liang Li, Kyoko Hasegawa, Tomomasa Uchida, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 High-precision rendering of 3D scanned point cloud based on noise transparency method
3. 学会等名 The 42nd JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Keigo Furuya, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Highlighting the color boundary of 3D scanned point clouds by PCA in color space
3. 学会等名 The 42nd JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yasuaki Suzuki, Hiroshi Yamaguchi, Fajar I. Thufail, Brahmantara, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Comparison of Locomotion Methods for VR Experience of Borobudur Temple
3. 学会等名 The 42nd JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2023) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中覚
2. 発表標題 3次元計測点群を活用した有形文化財可視化とノイズ透明化
3. 学会等名 精密工学会・超精密位置決め専門委員会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中覚
2. 発表標題 3次元計測点群データの透視可視化とエッジ強調可視化
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 2023 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中覚
2. 発表標題 3次元計測に基づく可視化技術の箱庭療法への応用
3. 学会等名 第54回日本芸術療法学会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中覚
2. 発表標題 3次元計測点群データの透視可視化と高視認性エッジ強調可視化
3. 学会等名 日本応用数理学会・第20回研究部会連合発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小柴雄人, 李亮, 長谷川恭子, 田中覚
2. 発表標題 3次元計測データに基づく當麻寺西塔の点群型VR可視化システム
3. 学会等名 第51回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田祐里, 李亮, 長谷川恭子, 田中覚
2. 発表標題 3次元点群データの色・不透明度グラデーションを利用したエッジ強調可視化
3. 学会等名 第51回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 茅清宇, 李亮, 長谷川恭子, 内田知将, 田中覚
2. 発表標題 ノイズ透明化手法に基づく3次元計測点群の高精細ポイントレンダリング
3. 学会等名 第51回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 横山大貴, 李亮, 長谷川恭子, 鹿内菜穂, 田中覚
2. 発表標題 モーションキャプチャデータを活用した日本舞踊の学習支援のためのVRシステム
3. 学会等名 第51回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 有田さとる, 中田聡史, 川原慎太郎, 宮地英生, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 主成分分析に基づく渦度を利用した大規模海洋シミュレーションの3次元可視化
3. 学会等名 第51回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平川拓, 李亮, 長谷川恭子, 塚本章宏, 田中覚
2. 発表標題 特徴強調可視化を取り入れた甲冑の点群VRシステム
3. 学会等名 第51回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 有田さとる, 中田聡史, 神阪壮哉, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 大規模海洋シミュレーションに基づく固有渦度を用いた渦分布可視化
3. 学会等名 The 6th Visualization Workshop
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平川 拓, 長谷川 恭子, 李 亮, 田中 覚
2. 発表標題 甲冑の3次元計測点群を用いたVR空間内での特徴融合可視化
3. 学会等名 The 6th Visualization Workshop
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山田祐里, 田中覚, 長谷川恭子, 李亮
2. 発表標題 色と不透明度のグラデーションに基づく3次元計測点群のエッジ強調可視化
3. 学会等名 The 6th Visualization Workshop
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小柴雄人, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 等高線ナビゲーションを導入した當麻寺西塔の高品質点群VR観覧システム
3. 学会等名 The 6th Visualization Workshop
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中覚
2. 発表標題 3次元計測ビッグデータを活用したポイントレンダリングによる可視化
3. 学会等名 日本原子力研究開発機構・可視化講演会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中覚
2. 発表標題 ユネスコ世界文化遺産ボロブドゥール寺院のマルチデータソース可視化
3. 学会等名 「新生」金沢コンピュータグラフィックス談話会第15回（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Daichi Kitahara and Kohei Yatabe
2. 発表標題 Design of tight minimum-sidelobe windows by Newton's method on oblique manifolds for time-frequency domain signal processing
3. 学会等名 日本応用数理学会2022年度年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yukihiro Inada, Hiroki Ito, Yousei Takeuchi, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 High-Definition Contour Drawing for 3D Point-based Surfaces based on Adaptive Point Density Adjustment
3. 学会等名 The 41th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takuto Nakayama, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Edge-Highlighting Visualization of 3D Scanned Point Cloud based on Adaptive Opacity Control
3. 学会等名 The 41th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takuto Sasano, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Feature Emphasis Visualization of 3D Measured Point Clouds by Proliferation using PCA
3. 学会等名 The 41th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川恭子、李亮、田中覚
2. 発表標題 大規模文化遺跡の3次元計測データに基づく可視化とVR
3. 学会等名 第95回CG・可視化研究会（CAVE研究会）（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 鈴木康章, 長谷川恭子, 李亮, Thufail I. Fadjal, Riyanto Sugeng, Brahmantara, 山口欧志, 田中覚
2. 発表標題 3次元計測点群を用いたボロボドゥール寺院のVR鑑賞システム
3. 学会等名 第50回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古家圭悟, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 RGB色空間での主成分分析を用いた3次元点群データの色境界強調可視化
3. 学会等名 第50回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Stochastic Noise Reduction for High-Quality Transparent Visualization of 3D Scanned Point Clouds
3. 学会等名 the 20th Asia Simulation Conference 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Weite Li, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Akihiro Tsukamoto, Yamaguchi Hiroshi, Fadjat I. Thufail, Brahmantara, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Application of the Edge Upsampling Network to Soft-Edge Regions in a 3D-Scanned Point Cloud
3. 学会等名 the 20th Asia Simulation Conference 2021 (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Noise-Robust Transparent Visualization of Large-Scale Point Clouds Acquired by 3D Scanning
3. 学会等名 Simulation Technology Application Conference 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masaya Kishimoto, Motoaki Adachi, Kyoko Hasegawa, Liang Li and Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Adaptive Opacity Control using Implicit Function for Visualizing Large-Scale 3D Measurement Point Clouds
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kota Kataoka, Yuichi Sakano, Naohisa Sakamoto, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Improving Depth Perception of Transparent Objects in Stereoscopic Vision using Ambient Occlusion
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Mizuki Katahira, Kyoko Hasegawa, Liang Li and Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Improvement of Visibility in Feature Emphasis Visualization of 3D Measured Point Cloud
3. 学会等名 The 40th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Xintao Fang, Yuting Song, Akira Maeda
2. 発表標題 Joint Extraction of Clinical Entities and Relations Using Multi-head Selection Method
3. 学会等名 2021 International Conference on Asian Language Processing (IALP 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青井 大門, 長谷川 恭子, 李 亮 , 坂野 雄一, 坂本 尚久, 田中 覚
2. 発表標題 計測点群の半透明立体視における視覚ガイドとしてのエッジ強調可視化
3. 学会等名 2022年度精密工学会春季大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 ZHANG Zian
2. 発表標題 鏡兜の3次元計測データに基づくデジタルコンテンツの作成
3. 学会等名 第11回 知識・芸術・文化情報学研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 季申予
2. 発表標題 深層学習によるポロブドゥール寺院壁画レリーフのセマンティック・セグメンテーション
3. 学会等名 第11回 知識・芸術・文化情報学研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中覚
2. 発表標題 ICT時代の文理融合研究を創出する可視化
3. 学会等名 日本学術会議公開シンポジウム・科学的知見の創出に資する可視化分科会(7) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 JI Shenyu, LI Liang, 長谷川 恭子, 田中 覚
2. 発表標題 ポロブドゥール寺院壁面レリーフの3次元復元のための学習データセット作成支援法
3. 学会等名 情報処理学会・人文科学とコンピュータシンポジウム(じんもんこん2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 ZHANG Zian, LI Liang, 長谷川 恭子, 田中 覚
2. 発表標題 鏡兜の3次元計測データに基づくデジタルコンテンツの作成
3. 学会等名 情報処理学会・人文科学とコンピュータシンポジウム(じんもんこん2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中覚, 李亮, 長谷川恭子
2. 発表標題 世界文化遺産「ポロブドゥール寺院遺跡」の3次元復元と融合可視化
3. 学会等名 SPAR2021J第17回3次元計測フォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 神阪 壮哉, 中田 聡史, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 不透明度グラデーションを用いた大阪湾の渦の可視化
3. 学会等名 可視化情報学会 第49回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐々野 拓人, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 3次元計測点群の半透明表示のためのエッジとオブジェクト外縁部の同時強調可視化
3. 学会等名 可視化情報学会 第49回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中山 拓人, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 3次元計測点群データのためのエントロピーを用いた特徴強調可視化
3. 学会等名 可視化情報学会 第49回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 稲田 行宏, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚, 伊藤 大貴, 竹内 庸晴
2. 発表標題 適応的点密度調整に基づく3次元点群データの高精細等高線描画
3. 学会等名 可視化情報学会 第49回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青井大門, 長谷川恭子, 李亮, 坂野雄一, 田中覚
2. 発表標題 半透明立体視の奥行き知覚改善のための多重面を用いた輝度分布調整
3. 学会等名 可視化情報学会 第49回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Pan JIAO, 李亮, 山口欧志, 長谷川恭子, Fadjar I. Thufail, Bramantara, 田中覚
2. 発表標題 大規模文化遺跡のデジタルアーカイブデータの統合型高精細可視化
3. 学会等名 日本応用数理学会2021年度年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李威特, 長谷川恭子, 李亮, 塚本章宏, 田中覚
2. 発表標題 深層学習を用いたアップサンプリングに基づく3次元計測データのエッジ強調可視化
3. 学会等名 日本応用数理学会2021年度年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中覚
2. 発表標題 3次元計測を活用した, ユネスコ世界文化遺産・ボロブドゥール寺院遺跡の高品質可視化
3. 学会等名 精密工学会 大規模環境の3次元計測と認識・モデル化技術専門委員会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中覚
2. 発表標題 ノイズ透明化による3次元計測点群データ高品質可視化
3. 学会等名 点群データ分析・可視化ワークショップ (主催: 可視化情報学会ビジュアルデータサイエンス研究会) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yuting Song, Biligsaikhan Batjargal, and Akira Maeda
2. 発表標題 A Preliminary Attempt to Evaluate Machine Translations of Ukiyo-e Metadata Records
3. 学会等名 The 22nd International Conference on Asia-Pacific Digital Libraries (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuting Song, Biligsaikhan Batjargal, and Akira Maeda
2. 発表標題 Finding Identical Ukiyo-e Prints across Databases in Japanese, English and Dutch
3. 学会等名 Digital Humanities 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuting Song, Biligsaikhan Batjargal, and Akira Maeda
2. 発表標題 Linking Ukiyo-e Records across Languages: An Application of Cross-Language Record Linkage Techniques to Digital Cultural Collections
3. 学会等名 The 5th Anniversary International Symposium of Asia-Japan Research at Ritsumeikan University (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中覚, 内田知将, 長谷川恭子, 李亮
2. 発表標題 ノイズ透明化による3次元計測点群データ高品質可視化
3. 学会等名 日本シミュレーション学会・2021年非線形問題の解法と可視化に関する研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 LI Weite, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 深層学習を用いたアップサンプリングに基づく3次元計測データのエッジ強調可視化
3. 学会等名 日本シミュレーション学会・2021年非線形問題の解法と可視化に関する研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 李 亮
2. 発表標題 AI と文化財の可視化
3. 学会等名 日本学術会議公開シンポジウム「科学的知見の創出に資する可視化 (5) : ICT / ビッグデータ時代の文理融合研究を支援する可視化」(招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Pan JIAO, 李亮, 長谷川恭子, 田中覚
2. 発表標題 マルチデータソースを統合したポイントクラウドに基づく大規模文化遺跡の可視化
3. 学会等名 先進的描画技術を用いた可視化情報の研究会 (VR2020)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Liang Li,
2. 発表標題 3D Reconstruction and Visualization of Borobudur Temple
3. 学会等名 インドネシア研究懇話会 (KAPAL) 第2回研究大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 片岡孝太, 坂野雄一, 坂本尚久, 藤田泰之, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 アンビエントオクルージョンを用いた半透明立体視の奥行き認知改善
3. 学会等名 可視化情報学会・第48回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 片平瑞基, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 ノイズを含む3次元計測点群の特徴強調可視化におけるノイズ透明化
3. 学会等名 可視化情報学会・第48回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岸本将弥, 安達基朗, 長谷川恭子, 李亮, 田中覚
2. 発表標題 大規模計測点群データ可視化のための超2次曲面を用いた適応的点密度制御---舞鶴の赤レンガ倉庫への適応---
3. 学会等名 可視化情報学会・第48回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河戸優典, 岡本紗耶加, 伊藤大貴, 加藤千恵子, 青木 滉一郎, 安達基朗, 田中覚, 長谷川恭子, 李亮
2. 発表標題 箱庭療法支援のための3次元計測点群を用いたVRシステムの作成
3. 学会等名 可視化情報学会・第48回可視化情報シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 You Zhou, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Atsushi Okamoto and Satoshi Tanaka
2. 発表標題 A High Quality Sampling Method of 3D Scanned Point Clouds based on Improved Poisson Disk Sampling
3. 学会等名 The 15th Joint Workshop on Machine Perception and Robotics 2019 (MPR 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroki Ito, Chieko Kato, Koichiro Aoki, Motoaki Adachi, Kyoko Hasegawa, Liang Li and Satoshi Tanaka
2. 発表標題 Visualization to Assist Sandplay Therapy based on 3D Scanned Data
3. 学会等名 The 38th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kota Kawakami, Kyoko Hasegawa, Liang Li and Satoshi Tanaka
2. 発表標題 High-Definition Edge Extraction of Laser-scanned Point Clouds
3. 学会等名 The 38th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Weite Li, Kenya Shigeta, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Keiji Yano, Satoshi Tanaka and Motoaki Adachi
2. 発表標題 Visual Plant Simulation based on Transparent Collision Visualization of 3D Scanned Point Clouds
3. 学会等名 The 38th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tomomasa Uchida, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Motoaki Adachi and Satoshi Tanaka
2. 発表標題 High-quality Visualization of Large-Scale Noisy Point Clouds Acquired by 3D Scanning
3. 学会等名 The 38th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 You Zhou, Kyoko Hasegawa, Liang Li, Atsushi Okamoto and Satoshi Tanaka
2. 発表標題 A High Quality Sampling Method of 3D Scanned Point Clouds based on Improved Poisson Disk Sampling
3. 学会等名 The 38th JSST Annual International Conference on Simulation Technology (JSST2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Satoshi Tanaka
2. 発表標題 High-Quality and Transparent Visualization of Large-Scale Point Clouds Acquired by 3D Scanning
3. 学会等名 CYBERWORLDS 2019 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuting Song, Biligsaikhan Batjargal, Akira Maeda
2. 発表標題 Improving Japanese-English Bilingual Mapping of Word Embeddings based on Language Specificity
3. 学会等名 2019 International Conference on Asian Language Processing (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 伊藤貴之, 宮地英生, 田中覚	4. 発行年 2023年
2. 出版社 コロナ社	5. 総ページ数 240
3. 書名 可視化と科学・文化・社会	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>世界初の“3次元透視可視化”技術で文化遺産デジタルアーカイブは新局面へ https://shiruto.jp/technology/1474/ RARA Satoshi Tanaka https://rara.ritsumei.ac.jp/fellows/satoshi-tanaka/</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	長谷川 恭子 (Hasegawa Kyoko) (00388109)	立命館大学・情報理工学部・講師 (34315)	
研究分担者	李 亮 (Li Liang) (00609836)	立命館大学・情報理工学部・准教授 (34315)	
研究分担者	SONG Yuting (SONG Yuting) (50849388)	立命館大学・情報理工学部・助教 (34315)	

6. 研究組織（つづき）

	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	北原 大地 (Kitahara Daichi) (20802094)	大阪大学・大学院工学研究科・特任研究員（常勤） (14401)	

	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	Thufail Fadjari (Thufail Fadjari)	インドネシア国立研究革新庁	
研究協力者	Riyanto Sugeng (Riyanto Sugeng)	ジョグジャカルタ考古学センター	
研究協力者	Brahmantara (Brahmantara)	ボロブドゥール博物館	

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			
インドネシア	インドネシア・国立研究改革庁 (BRIN)			
インドネシア	インドネシアの国立研究革新庁 (BRIN)	ボロブドゥール遺跡保存局 (BKB)		
インドネシア	インドネシアの国立研究革新庁 (BRIN)	ボロブドゥール遺跡保存局 (BKB)	ジョグジャカルタ考古学センター	
インドネシア	LIPI	the Borobudur Conservation Office	Yogyakarta Archaeology Office	
インドネシア	ボロブドゥール遺跡保存局	ジョグジャカルタ考古学センター	インドネシア科学院(LIPI)	