

モーフィング技術を用いた歴史的文化財のデジタルアーカイブ化に関する研究

上野烈士† 中原匡哉†

大阪電気通信大学総合情報学部†

1. はじめに

我が国では、自然災害などにより、歴史的文化財の損壊が発生しやすい。そのため、これらの保護に関するSDGsの達成に向けて、現実空間の形状を測量し、デジタル上で保存するデジタルアーカイブ化が進められている。しかし、測量に用いる3Dスキャナは導入コストが高く、全国各地に点在する歴史的文化財を専門の測量士により全て測量するのは困難である。既存の取組[1]では、観光客が撮影した写真から首里城の3次元形状を復元している。これにより、専門の測量士ではない一般人でもデジタルアーカイブの作成が可能となる。しかし、撮影した画像の枚数が不足した場合、歴史的文化財の3次元形状の精度が低下するため、再度撮影する必要がある。そこで、本研究では、モーフィング技術を用いることで、撮影した画像の枚数が少なくても3次元復元可能な手法を提案する。

2. 研究概要

提案手法の流れを図1に示す。提案手法は、不足画像補間機能と3次元点群作成機能で構成される。入力データは、撮影した写真測量の画像、出力データは、補間した中間画像も利用して、歴史的文化財の形状を3次元に復元した点群データとする。

2.1 不足画像補間機能

本機能では、写真測量の画像群で不足した箇所にモーフィング技術の補間処理を利用して、中間画像を生成する。補間には、深層学習を用いて各画像の特徴の識別や対象物の位置と角度の移動量を推定するFILM (Frame Interpolation for Large Motion) [2]を用いるものとした。まず、図2のように、入力された各画像から重要な特徴を識別し、抽出する。次に、歴史的文化財を撮影した時の各画像の撮影位置、角度や移動量を推定する。また、測量時の歴史的文化財の位置や

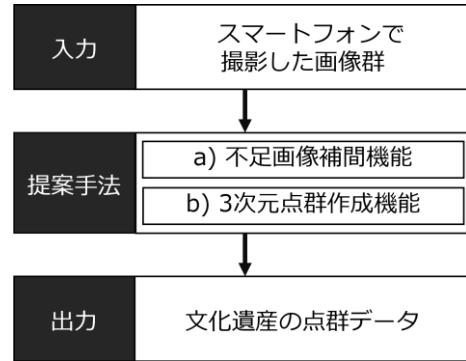


図1 処理フロー

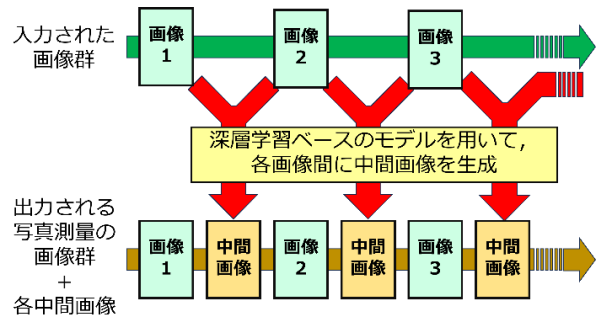


図2 不足画像補間機能

角度の移動を推定し、補間すべき中間画像の撮影地点を予測する。最後に、入力した画像間の抜けを補間し、中間画像を生成する。これにより、画像不足による3次元形状の精度低下と再撮影の発生を防止できる。

2.2 3次元点群作成機能

本機能では、入力された画像と補間した中間画像から点群データを3次元復元する。点群データの復元には、NeRF Studio[3]を用いるものとした。まず、入力された異なる角度の複数の画像を読み込み、画像の位置と向きを解析する。次に、各画像の撮影位置からの視線に沿って3次元空間を解析する。最後に、深度情報を抽出し、点の色と輝度情報を統合することで、3次元空間における色と形状を再構築する。これにより、歴史的文化財の3次元形状を復元し、点群データを出力する。

Research on Digital Archive of Historical Cultural Assets with Morphing Technique

† Taketo Ueno and Masaya Nakahara
Faculty of Information Science and Arts,
Osaka Electro-Communication University

3. 検証実験

3.1 実験内容

本実験では、従来の写真測量で測量し、その画像を削減した画像群と、提案手法から得られた画像群で復元した各点群データとを比較することで、提案手法の有用性を確認する。点群データの生成に利用した写真は、スマートフォンを用いて撮影する、実験場所は、和歌山県大年神社舞楽殿である。画像の削減は、一定間隔で12枚ずつ削減する。評価対象の点群データは、元の枚数385枚の画像群と削減後の画像群32枚から復元した点群データ、提案手法により復元した点群データの3つとする。評価には、これらの点群データから得られた寸法値と最確値を比較することで、提案手法の有用性を確認する。比較する寸法値は図3や図4に示す柱間の幅や柱の高さとする。この最確値の計測には、iPadのLiDARを用いる。

3.2 結果と考察

提案手法の画像群から復元した点群データの可視化結果を図3、削減後の画像群から復元した点群データの可視化結果を図4、LiDARの最確値と各点群データの寸法値との誤差の評価結果を表1、元の枚数の点群データの寸法値と各点群データの寸法値との誤差の評価結果を表2に示す。図3と図4を確認すると、提案手法では、舞楽殿の全域を復元できているのに対して、画像削減後の画像群から復元した場合は、半分程度が欠損していることがわかった。また、表1と表2を確認すると、提案手法では、どちらの表でも舞楽殿の寸法値の誤差が減少した一方で、削減後の場合では、誤差が増加していることがわかった。以上のことから、提案手法の有用性が確認できた。しかし、提案手法の点群データでは、ノイズが発生した。これは、撮影時の手ブレの影響を排除できなかったためと考えられる。また、本実験では、一定間隔で削除した画像群を対象に検証したため、一部の箇所のみを大幅に削除した場合の検証ができていない。そのため、一部の箇所のみを大幅に削除された場合の検証も必要であると考えられる。

4. おわりに

本研究では、写真測量に利用する画像の枚数が不足する箇所をモーフィング技術で補間することで、従来の手法と同等の形状を持つ点群データの3次元形状を復元する手法を提案した。そして、検証実験により、提案手法の有用性を確認できた。今後は、提案手法で発生した点群データのノイズを除去する手法を考案し、一部の箇所が大幅に削除された場合の精度も確認する

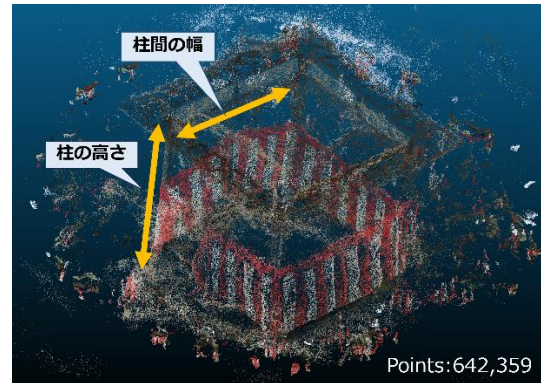


図3 提案手法で復元した点群データ

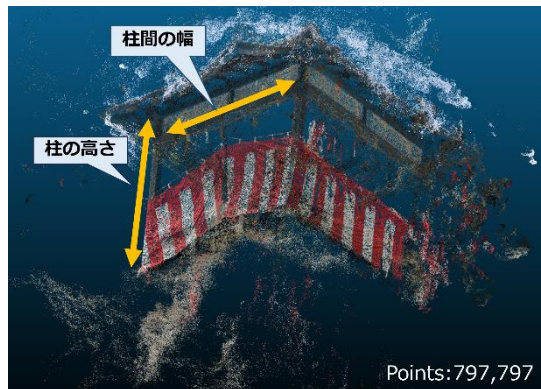


図4 削減後の画像群から復元した点群データ

表1 LiDARを基準とした各寸法値の誤差

評価対象	元の枚数	提案手法	削減後
柱間の幅	0.073m	-0.027m	-0.396m
柱の高さ	-0.047m	-0.020m	-0.447m

表2 元の枚数を基準とした各寸法値の誤差

評価対象	提案手法	削減後
柱間の幅	-0.101m	-0.469m
柱の高さ	0.027m	-0.391m

ことで、提案手法の汎用性を確認する。

参考文献

- [1] OUR Shurijo みんなの首里城デジタル復元プロジェクト：みんなの首里城デジタル復元プロジェクト，入手先〈<https://www.our-shurijo.org/>〉（参照2023-12-28）。
- [2] Reda, F., Kontkanen, J., Tabellion, E., Sun, D., Pantofaru, C., and Curles, B.: FILM: Frame Interpolation for Large Motion, arXiv(online), available from 〈<https://arxiv.org/pdf/2202.04901>〉 (accessed 2023-12-28) .
- [3] Tancik, M., Weber, E., Ng, E., Li, R., Yi, B., Kerr, J., Wang, T., Kristoffersen, A., Austin, J., Salahi, K., Ahuja, A., McAllister, D., and Kanazawa, A.: Nerfstudio: A Modular Framework for Neural Radiance Field Development, arXiv(online), available from 〈<https://arxiv.org/pdf/2302.04264.pdf>〉 (accessed 2023-12-28) .