

タブレット端末単体での 3次元復元処理のための高速化について

安江 洸希[†] 菊地 真人[†] 大園 忠親[†]

名古屋工業大学大学院 情報工学系プログラム[†]

1 はじめに

現実世界の物体を再現する3次元復元技術は、現実世界の様子を把握することを手助けし、様々な分野での活用が期待されている。近年では、タブレット端末の性能が向上しており、3次元復元をタブレット端末上で実現、利用する方法が注目されている。本研究の目的は、タブレット端末単体で3次元復元を実現することである。先行研究として、メッシュモデル中の各ポリゴンにテクスチャを割り当てるテクスチャ割り当て処理を開発し、タブレット端末単体で3次元復元する方法を実現している [1]。本稿では、テクスチャ割り当て処理を高速に実行するためのアルゴリズムについて述べる。

2 テクスチャ割り当て処理

本システムによる3次元復元では、復元したい領域をモバイル端末で撮影しながら移動を行うマッピングによって3次元復元のためのデータ収集を行う。これによって、3次元復元に必要なRGB画像や深度画像、メッシュデータを取得する。メッシュデータは、撮影した領域の形状を表す3角形ポリゴンの集合で、本システムではAppleのフレームワークであるARKitを用いることでマッピング中にリアルタイムに生成している。3次元復元処理では、取得したメッシュデータ中の各ポリゴンにRGB画像をテクスチャとして割り当てるためのUV座標を求めるテクスチャ割り当て処理を行う。このUV座標に従ってテクスチャマップから対応領域のテクスチャがポリゴンに割り当てられ、3次元モデルを生成することができる。

テクスチャ割り当て処理の流れを図1に示す。本システムでは、マッピングで取得したRGB画像を並べてテクスチャマップを作成している。各RGB画像ご

Realizing Fast 3D Reconstruction on a Single Tablet Device

[†]Koki Yasue, [†]Masato Kikuchi, [†]Tadachika Ozono
Computer Science Program, Graduate School of Engineering
Nagoya Institute of Technology

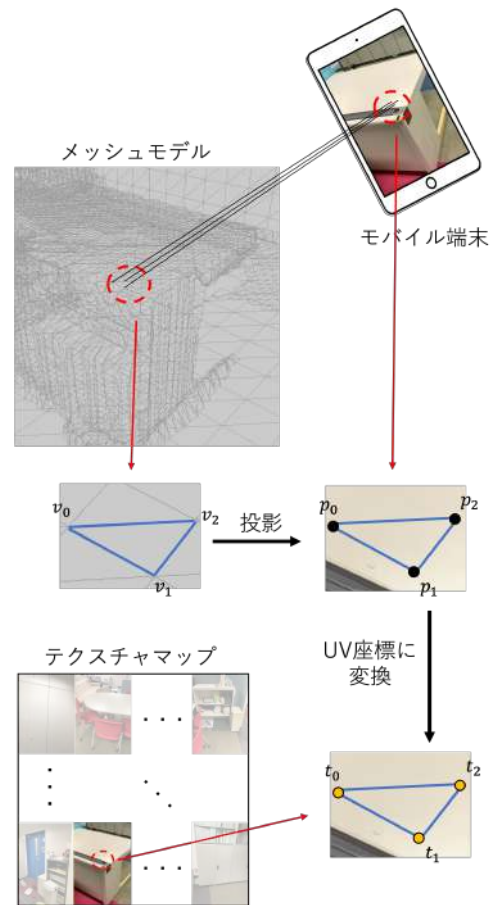


図1: テクスチャ割り当て処理の流れ

とに取得した際のスクリーン空間上にポリゴンを投影し、投影して求めたスクリーン座標からUV座標を求める。

3 画像インデクシング

テクスチャ割り当て処理では、テクスチャマップ中のRGB画像ごとにメッシュモデル内のUV座標の計算が可能なポリゴンを探している。画像インデクシングでは、マッピング中に収集するRGB画像にインデックスを付与し、生成するメッシュとRGB画像の紐

Algorithm 1 画像インデクシングアルゴリズム

```

1: function ADDINDEX( $I, n, M$ )
2:   for  $m, i \in M_{update}$  do
3:      $p_m \leftarrow m.position$ 
4:      $p_d, n_d \leftarrow getDevice$ 
5:      $C \leftarrow getVector(p_m, p_d)$ 
6:      $\theta \leftarrow \arccos(C, n_d)$ 
7:      $diff \leftarrow distance(p_m, p_d)$ 
8:     if  $\theta > \frac{\pi}{2}$  and  $diff < 5.0$  then
9:        $I[i] \leftarrow n$ 
10:    end if
11:  end for
12:  return  $I$ 
13: end function

```

付けを行うことで、テクスチャ割り当て処理の探索回数を減らす。RGB画像と紐付けを行うメッシュの条件は、1)メッシュが新規作成、更新されている、2)メッシュとモバイル端末間の距離が5mより小さい、3)メッシュとモバイル端末のなす角が90度より大きい3つを満たしたものを紐づける。

条件1は、RGB画像取得時の端末のスクリーン上に写っているメッシュを判別するためのものである。本システムでは、メッシュや深度画像の生成にiPad Proに搭載されたLiDARスキャナを使用している。条件2は、LiDARスキャナの計測範囲がおよそ5mであるため、適切な計測が行えている画像とメッシュのみを判別するためである。最後の条件3は、メッシュに対して斜めから写したようなRGB画像をテクスチャとして割り当てておくことを防ぐためである。斜めから写したようなRGB画像を割り当てると現実のスケールと異なってしまい、復元する3次元モデルのリアリティが低下してしまう。

本研究における画像インデクシングのためのアルゴリズムをAlgorithm 1に示す。入力として、メッシュに紐付けたRGB画像のインデックス格納する配列 I 、RGB画像のインデックス n 、新規作成または更新されたメッシュの集合 M とし、出力として I を返す。

4 評価実験

評価実験では、画像インデクシングを用いた場合と用いなかった場合のテクスチャ割り当て処理に要する処理時間の計測を行なった。マッピングを行なった環境は、15.0m×6.5mのおよそ98m²の広さの部屋である。実行環境として、iOS 15.3.1で動作するiPad Pro

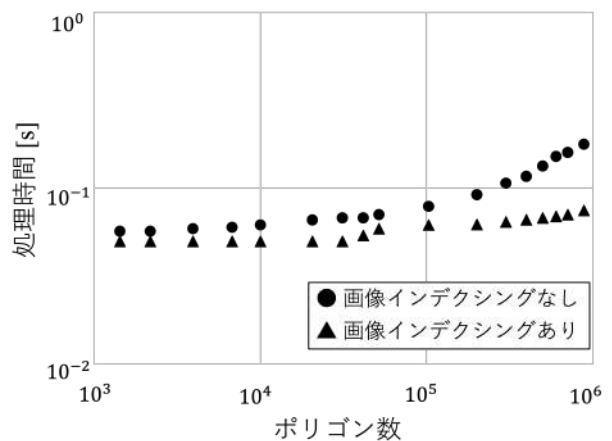


図 2: 実験結果

11 インチ (第3世代) を用いた。

実験結果を図2に示す。縦軸をテクスチャ割り当て処理に要した処理時間、横軸をポリゴン数として両対数グラフで表している。図2より、画像インデクシングを用いなかった場合よりも用いた場合の方が処理時間が短くなることを示した。また、ポリゴン数がおよそ10³~10⁵の部分では、処理時間の差はほとんどなかったが、10⁵~の部分ではポリゴン数の増加に従って処理時間の差が大きくなっていることがわかる。全てのポリゴンを処理するのに画像インデクシングなしでは0.178s、ありでは0.075sとなり、最大で2.4倍の高速化を実現した。

5 おわりに

本稿では、モバイル端末単体での3次元復元において処理時間の高速化を実現する方法として画像インデクシングアルゴリズムを提案した。画像インデクシングによって、マッピングによるデータ収集時にメッシュとRGB画像の紐付けを行い、テクスチャ割り当て処理時に各ポリゴンに最適な画像を探索する回数を減らすことが可能となる。評価実験より、画像インデクシングを用いることで処理時間を減らし、3次元復元処理の高速化を実現したことを示した。

謝辞 本研究の一部はJSPS 科研費 JP19K12266, JP22K18006 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] K. Yasue, M. Kikuchi and T. Ozono: "Developing a Meta-AR Space Construction System and Mapping Coverage Visualization", Proceedings of the 26th International Conference on Systems Engineering, pp.1-10 (2022).