

動的参照点生成によるカメラ位置計算手法とその3次元モデリングへの応用*

5P-12

松本 幸則 藤村 恒太 杉本 和英 北村 徹†

三洋電機(株) 東京情報通信研究所 ‡

1 はじめに

近年、コンピュータ上で広く3次元画像が取り扱われるようになってきた。しかし、3次元データ入力時の問題として、1:多大な労力が必要、2:装置が大規模かつ高価という点が指摘されている。

われわれは、簡便かつコンパクトな3次元画像入力装置として、単眼カメラを用いた3次元スキャナ“CyberModeler”を開発してきた[1, 2, 3]。また、その拡張として、テーブルレス3次元画像入力方法の提案を行っている[4, 5]。

しかしながら、上記の方法には対象物のサイズに関する制約があった。例えば、CyberModelerでは、自動回転台を用いていることから、回転台の上に載せることができる物体のみが対象となる。一方、テーブルレス方式においても参照物体と入力対象物体と常に共に撮影する必要があり、必然的に参照物体の大きさが対象物サイズを規定する。

今回、上記の制約を解消し汎用性を高めるための、動的参照点生成アルゴリズムを提案する。本手法により、参照物体を利用しつつ、例えば戸外の大きな物体入力が可能になる。以下、従来手法および提案アルゴリズムの概要を述べ、初期実験結果を報告する。

2 静的参照点を用いたカメラ位置計算

単眼カメラベースの3Dモデリングにおいては、撮影視点情報は形状再構成において不可欠な情報である。“CyberModeler”およびテーブルレス方式においては、静的参照点を用いたカメラ位置計算手法を用いていた。

例えば、CyberModelerでは、入力対象物を自動回転台に載せ、回転させながら全周の画像を取り込む形態をとっている。ここでは、1:テーブル回転角は自動回転台から得、2:カメラとテーブル回転軸の位置関係は、あらかじめ既知パターンを配したキャリブレーションパネルを自動回転台に載せて撮影し、Hough変換によって求めている。以上から、すべての画像に対する撮影視点情報を獲得する。

一方、テーブルレス3次元画像入力においては、既知パターンを配した参照物体(シートあるいは台)の上に対象物を載せ、参照物体と入力対象物体をともに撮影する。そして撮影画像中の参照パターンからHough変換によってカメラ位置を求めている。詳しくは文献[1, 2, 4, 5]を参照頂きたい。

*Camera Localization Based on Dynamic Reference Generation and Its Application to Three-dimensional Modeling

†Yukinori MATSUMOTO, Kouta FUJIMURA, Kazuhide SUGIMOTO, Toru KITAMURA

‡Tokyo Information & Communication Research Center, SANYO Electric Co., Ltd.

3 動的参照点生成アルゴリズム

入力画像中に常に既知参照物体と入力対象物体が存在していれば、対象物に対するカメラ位置は既知参照物体から容易に求められる。しかしながら、入力対象が巨大である場合などは、極めて大きな参照物体を準備する必要があり、静的参照パターンによるカメラ位置計算だけでは実用的とは言えない。

今回提案する動的参照点生成アルゴリズムは、入力対象物体の内部に動的に参照点を生成し、これからカメラ位置の特定を可能にするものである。これにより、静的参照点手法での制約、すなわち各入力画像に参照物体と対象物体を共に含むという制約がなくなる。以下にアルゴリズムを、また図1に概念図を示す。

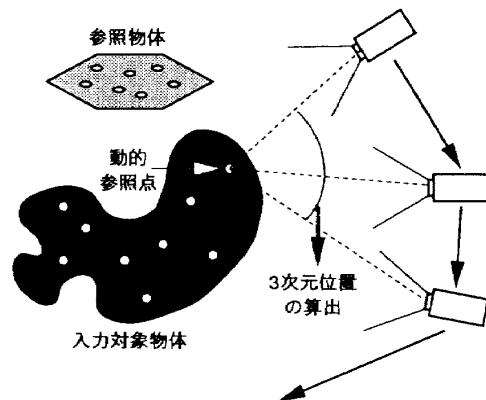


図1: 動的参照点生成の概念図

1. 既知参照点を参照点リストに登録。
2. 参照点リストに登録された参照点が画像に含まれるように、入力対象物体を撮影。
3. 画像から参照点を抽出。
4. 参照点リストに登録された参照点に基づきカメラ位置を計算。
5. 画像から新たに動的参照点候補を抽出。
6. 動的参照点候補について、3次元位置を計算し動的参照点を決定¹。
7. 決定した動的参照点を参照点リストに追加。
8. さらに入力画像が必要ならステップ2へ。不要なら終了。

初期的に参照点リストには既知参照点のみが登録される。すなわち初期的には上記ステップ2においては静的参照点を利用してカメラ位置を決定することになる。そ

¹少なくとも3視点の情報があれば、誤対応を避けた動的参照点の特定が可能である

の後、撮影の進行と共に、動的参照点を検出し、これを新たな参照パターンとして利用することで、最終的には参照物体の制約を離れた入力が可能となる。

4 実験結果

コンピュータディスプレイおよび石膏製の胸像を対象とし、本アルゴリズムの評価を行った。今回は、入力対象物にマークをつけておくことで、動的参照点候補の抽出処理を簡易化している。

図2および図3に入力画像例(一部)と、最終的に参照点リストに登録された動的参照点の位置、およびこれらから計算されたカメラ位置の軌跡を示す。また、石膏製の胸像についてはさらにShape-from-Silhouette[1, 6]による3次元モデリングを行った。モデリング結果を図4に示す。

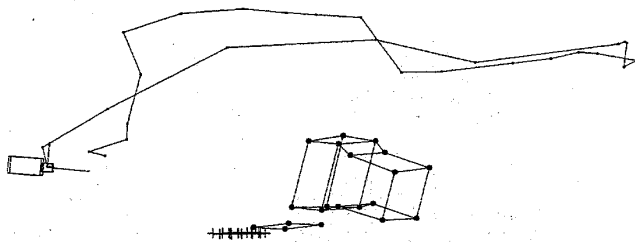
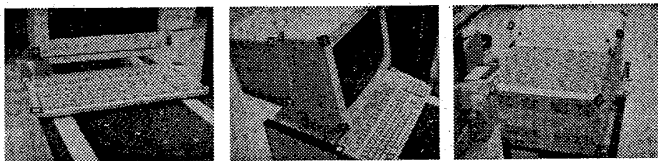


図2: 入力画像(コンピュータディスプレイ)とカメラ軌跡他

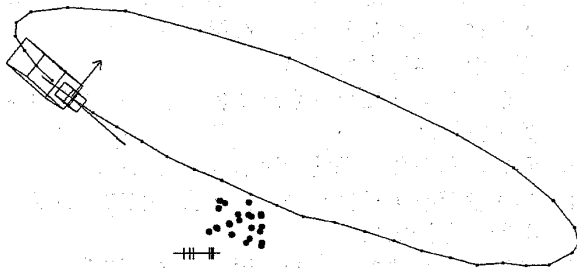
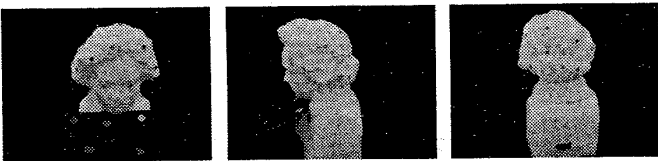


図3: 入力画像(石膏製胸像)とカメラ軌跡他

5 おわりに

3次元モデリングを応用ターゲットとした動的参照点生成によるカメラ位置計算手法の提案を行った。本手法は、既知参照物体を用いた単眼ベースの3次元モデリングにおいて、対象物体の大きさに関する制約を大きく緩

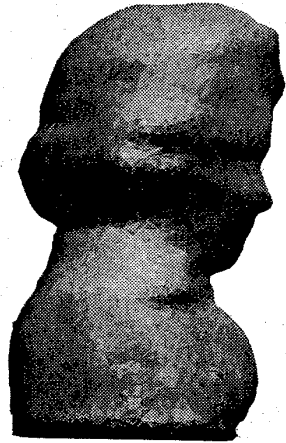


図4: モデリング結果(石膏製胸像)

和する手法である。具体的には、モデリング対象物内部に動的に既知参照点を生成していくことで、入力画像系列の一部にのみ既知参照物体の撮影を必要とするものである。また、上記に加え、本手法では対応点のトラッキング²は不要であることから、比較的粗い間隔で撮影しても精度良くカメラ位置特定が可能な点も大きな特長となる。

今回の実験においては、入力対象物にマークをつけておくことで、動的参照点候補の抽出を単純化していた。今後、適切な動的参照点候補の自動検出方法を検討すると共に、その3次元位置計算の精度検証を行う予定である。また、最終的には、本手法を用いた極めて自由度の高い3次元モデリングシステムを開発する予定である。

参考文献

- [1] 松本, 寺崎, 杉本, 荒川: “単眼カメラを用いた3次元スキャナ”, 第53回情処全大, pp.2-285-286, 1996
- [2] Y. Matsumoto, H. Terasaki, K. Sugimoto, T. Arakawa: “A Portable Three-dimensional Digitizer”, Proc. Int. Conf. Recent Advances in 3D Imaging and Modeling, pp. 197-204, 1997
- [3] 松本, リッター, 杉本, 荒川: “単眼ベース3次元スキャナ向けSFS²アルゴリズムの提案”, 第56回情処全大, pp.2-289-290, 1998
- [4] D. Ritter, Y. Matsumoto, K. Sugimoto, T. Arakawa: “Reliable Localization of a “Flying-TV-Camera” in 3D for Shape Reconstruction”, 第55回情処全大, pp.2-180-181, 1997
- [5] 松本, リッター, 杉本, 荒川: “単眼カメラを用いたコンパクト3Dスキャナ — Hough変換の適用 —”, 第55回情処全大, pp.2-182-183, 1997
- [6] P. Giblin and R. Weiss: “Reconstruction of Surface from Profiles”, ICCV, pp.136-144, 1987

²例えば因子分解法を利用したモデリング手法では一般に対応点トラッキングが必要である。