

回転台の軸自動推定による簡易な全周三次元形状の獲得手法

榎本 和史¹ 川崎 洋¹ 古川 亮²

¹ 埼玉大学工学部 情報システム工学科 ² 広島市立大学情報科学部 情報メディア工学科

目的: 一般的な三次元計測システムは一回に一方からの計測しか行えないため、一度の計測で全周の形状を獲得することが難しい。そこで、対象物を回転台などに載せてあらゆる方向から計測し、その後1つに統合することがこれまで良く行われてきた。ところが、そのようにして計測した複数の3次元形状は、統合するためにはそれぞれの位置関係を知ることが必要であり、容易ではなかった。そのため、これを解決するために事前にキャリブレーションを行ったり、対象物にマーカーをつけるなど、複雑で手間のかかる手順を踏むことが通常であった。

我々は、マーカーのついた回転テーブルを使用することで、3次元計測に用いる画像センサでこれを検出し、回転台の軸や回転角を自動的に推定する手法を開発した。これにより、ユーザは計測したい対象をテーブル上に置き何の準備も無くいきなり全周形状を得ることが出来る。

このようにして得られた三次元形状は、ネットワークを通じて遠方に送ることが出来るため、CAVEなどの仮想空間内で遠隔地にいるユーザと計測対象を同時に観察したりうごかしたりすることが可能となる。また、その場ですぐに計測できるため、ユーザ自身の3次元形状をすぐに送ることが出来るため、非常にリアルなアバターとして利用することも可能である。その他にも、直接触れることができない文化財等を計測しデジタルアーカイブとして保存すれば、これをCAVEなどを利用して可視化することで、目の前にあるかのように貴重な文化財を誰もが観察することが出来る。

方法: 使用する機材は、カメラ・プロジェクタ・回転台からなる。三次元計測は、プロジェクタから計測対象に対して光の縞パターンを投影し、その様子をカメラでキャプチャすることにより行われる。

一方、回転台には、同一円周上に4つ90度間隔でLEDが配置されており、これをガイドとすることで回転軸の自動推定及び回転角度の推定を行う。

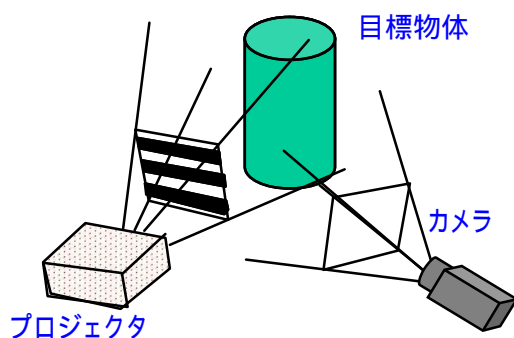


図1: 計測装置構成



図2: 作成した回転台

処理の大きな流れは以下のようなものである。

- 回転台の軸自動推定による全周形状取得の処理手順

1. 回転台 LED の三次元座標の取得

LED検出は、キャプチャした画像から閾値処理により行われる。その後、検出した画像上の位置から対応するカメラ座標系での三次元座標を取得する。

2. LEDの座標から回転軸の軸推定

回転軸推定は、LEDの三次元座標点列に対し主成分分析を行い回転平面の法線ベクトルを推定し、次にその点列に対し最尤推定による楕円あてはめを行うことで回転の中心座標を推定することで得ることが出来る。

3. 回転軸の軸からそれぞれの回転角度の計算

回転角度は、推定した回転軸とLED座標を用いて内積計算により得られる。

4. 剛体変換による三次元形状の統合

統合は、それぞれの視点でのカメラ座標系を1つの基準座標系に統一することで行われる。2と3で算出した回転軸と回転角を用いて、各視点の三次元形状を剛体変換を行うことで実現できる。それらをまとめることで全周の3次元形状を獲得することができる。

結果：以下に三次元全周形状の獲得結果図を示す。

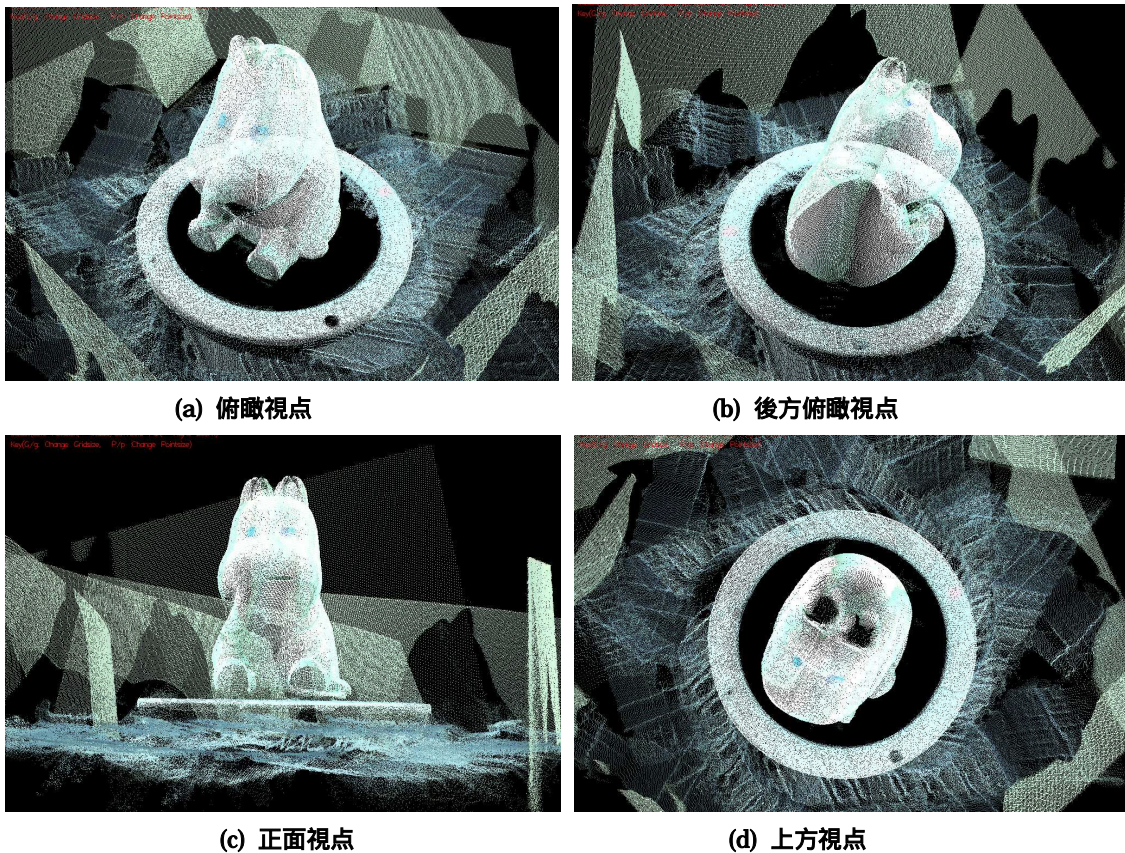


図3：三次元全周形状統合結果

結論：回転軸の自動推定を行うことにより、全周三次元形状を獲得することができた。これらの処理は計測用のカメラで撮影した画像のみを用いて全て自動で行うため、計測者は特別な操作をすることなく三次元全周形状を素早く取得することが可能である。

また、計測結果は即座にコンピュータ上でモデル化されるため、CAVEを通して遠隔地と3次元物体を共有したり、同じ環境で協調作業をすることなどが出来る。また、そのようにして計測したデータをCAVE用コンテンツとして利用することで、3次元コンテンツ作成の作業量やコストの削減につながることも期待される。

参考文献

[1] 川崎洋 古川亮 大澤裕 空間コード化法を用いた未校正ステレオシステムによる密な3次元形状復元 (MIRUシンポジウム, 2005)