

実物体のシームレステクスチャ付き 3次元モデルの自動生成システム

猪瀬 健二[†] 榎本 和史[†] 川崎 洋[†] 古川 亮^{††}

[†] 埼玉大学大学院理工学研究科 〒 338-8570 埼玉県下大久保-255

^{††} 広島市立大学情報科学部情報メディア工学科 〒 731-3194 広島市安佐南区大塚東 3-4-1

あらまし ビデオカメラとプロジェクタ、回転台を用いた 3次元計測システムを利用し、実物体のテクスチャ付きの 3次元モデルを生成するシステムを展示する。このシステムは、複数視点から計測した距離画像とカラー画像のセットを利用し、統合形状とシームレスな統合テクスチャを自動で生成する。提案システムは、市販のビデオカメラとプロジェクタのみからなる 3次元計測装置であり、キャリブレーション処理が一切不要という特徴がある。さらに、自動位置あわせや、高速な形状統合、シームレスなテクスチャ生成などが可能であり、計測したその場でテクスチャ付きで結果を確認することができる。

キーワード 構造化光による 3次元計測, 符号付距離場, 複数形状統合, テクスチャ統合

Automatic 3D model with a seamless texture capturing system

Kenji INOSE[†], Kazufumi ENOMOTO[†], Hiroshi KAWASAKI[†], and Ryo FURUKAWA^{††}

[†] Faculty of Science and Engineering, Saitama University Saitama, Japan

^{††} Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University Hiroshima 731-3194 Japan

Abstract We demonstrate an automatic 3D model with a seamless texture capturing system that consist of a single video camera, a single projector and a rotation table. Our system enables render an entire 3D model with seamless texture using sets of color and depth images which are acquired by our original 3D scanning technique. Our proposed system has the following features; this 3D scanning system consists of a single commercial video camera and projector, and it is not necessary to execute the extrinsic calibration between a camera and a projector. Moreover our system can execute automatic registration of partial shapes, fast shapes integration and generation of a seamless texture for a target object. The 3D model can be seen on a computer where that is captured at a time.

Key words coded structured lighting 3D measurement, signed distance field, multiple shapes integration, multiple textures integration

1. はじめに

近年、3次元計測システムを用いて現存する物体を計測し、3次元モデル化することがよく行われるようになってきており、様々な手法やシステムが提案され実際に用いられている。

その際、レーザやプロジェクタなどを利用したアクティブ方式の 3次元計測システムが精度や効率の面で広く利用されている。一般にこのようなシステムでは一度の計測では一方向から見える部分の形状しか計測することができないため、異なる視点から計測し獲得したそれぞれの部分形状を位置合わせすることで全周形状を獲得することが行われる。また、複数視点から計測対象物を撮影し得られるカラー画像をテクスチャとして利用し 3次元モデルを写実的に表現する場合には、複数のテクスチャの継ぎ目のないシームレスな合成処理が必要となる。

このような、形状統合およびテクスチャ統合処理はこれまで

様々な手法が研究、開発されているが、3次元計測とは独立してオフラインで行われることが一般的である。

我々はこれまで、3次元計測からテクスチャ付き全周統合 3次元モデルの生成までを一貫して効率的に行なうための研究を行ってきた [1]~[4]。今回、これまで我々が提案してきた手法をまとめた GUI を備えたシステムを開発したのでそれを報告する。

2. 3次元モデリング概要

我々が開発した 3次元モデル生成システムは、3次元計測、形状位置合わせ、形状統合、テクスチャ合成からなる。以下でそれぞれについて説明する。

(1) 3次元計測、形状位置合わせ

3次元計測は、プロジェクタカメラシステムによる空間コード化法による 3次元計測システムを用いた。このシステムは、川

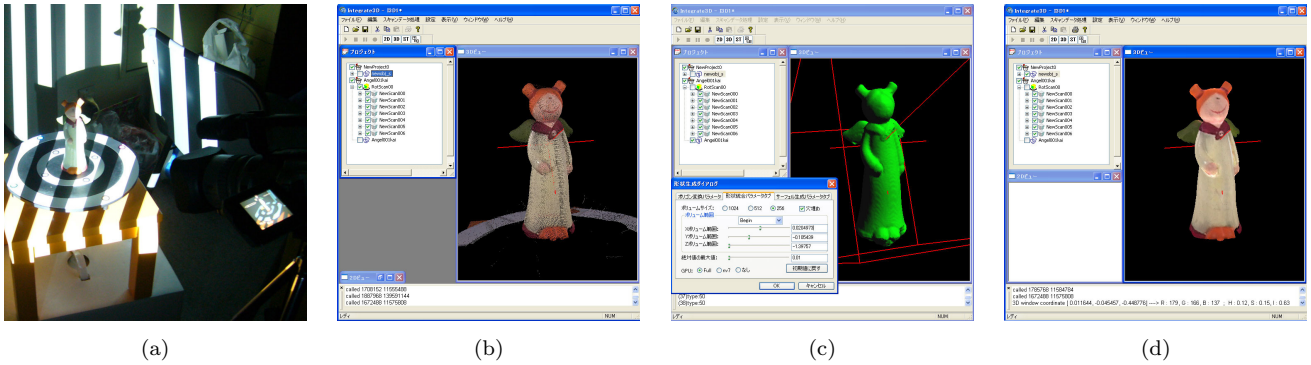


図 2 実行例 (a) 計測風景 (b)GUI 上での 3次元計測および自動位置合わせ後の 3次元データ (点群表示) (c) 複数の距離画像より形状統合されたポリゴン (d) 生成した統合テクスチャを統合ポリゴンにテクスチャマッピングした描画例

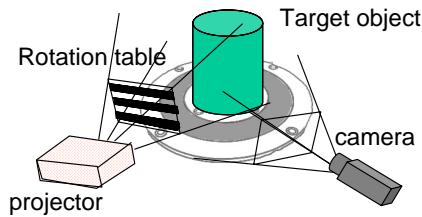


図 1 3次元計測システム構成

崎ら [1] が提案した自己校正手法を実装したものであり、プロジェクタとカメラ間の外部校正が不要であり、短時間での 3次元計測が可能である。また、計測によって得られる複数の部分形状の位置合わせに関しては、あらかじめ計測対象物を、LED マーカーを埋め込んだ回転台に乗せて 3次元計測を行なうことで、計測されたマーカーの撮影位置を利用して自動計算される。システム構成の概要を図 1 に示す。

(2) 複数形状の統合

本システムでは、3次元計測によって得られる複数の距離画像を符号付距離場を用いた手法により形状統合する。古川ら [3] が提案した GPU(Graphics Processing Unit) による符号付距離場を計算する手法により短時間での統合処理が実現できる。

(3) シームレスなテクスチャ合成

複数回の 3次元計測によって得られる距離画像および計測時に撮影したカラー画像を用いて、統合形状に貼る 1 枚のシームレスなテクスチャを生成する。これは異なる視点から撮影されたテクスチャ画像を距離画像情報をもとに、奥行き変化の大きい領域の重みを小さく設定するという重み付き合成手法により実現される [4]。この手法は、プロジェクタ・カメラシステムからなる 3次元計測によって得られる情報のみで計算可能なため、追加の機器や手順が不要であるという利点がある。

3. デモンストレーション

本デモンストレーションでは、実物体の 3次元計測からテクスチャ付き全周 3次元モデルの描画までを行なう。実行例を図 2, 3 に示す。図 2(a) および図 3(a) は本システムを利用した 3次元計測システムでの様子である。図 2(b) は 3次元計測および、自動位置合わせ後の 3次元データを描画したものである。

図 2(c) は得られた複数の距離画像を統合し、ポリゴン表示したものである。図 2(c) 左下に表示されているダイアログボックスより統合ポリゴン生成のためのバウンディングボックスや穴埋め機能などが調整が可能である。図 2(d) および図 3(b), (c) は本システムにより最終的に得られる統合テクスチャを統合した形状にマッピングし描画した例である。

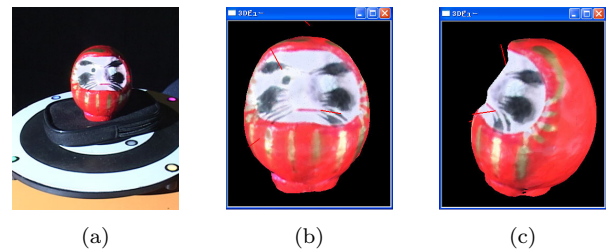


図 3 実行例 (a) 計測風景 (b)(c) 生成した統合テクスチャを統合ポリゴンにテクスチャマッピングした描画例

4. まとめ

本稿では、実物体を 3次元計測し、シームレスなテクスチャ付き統合ポリゴンを生成するシステムを提案した。今後は、より高精細な 3次元モデルを効率よく生成するために、各処理における手法の改善などを行なっていく予定である。

謝辞 本研究の一部は、総務省戦略的情報通信研究開発制度 (SCOPE) 若手 ICT 研究者育成型研究開発 (072103013) の一環として実施したものである。ここに記して謝意を表す。

文 献

- [1] 川崎 洋, 大沢 裕, 古川 亮, 中村 泰明: “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”, 論文誌コンピュータビジョンとイメージメディア, pp.59-71, 2006
- [2] 榎本 和史, 川崎 洋, 古川 亮: “自己キャリブレーションによるプロジェクタ・カメラ 3次元計測システムを用いた簡易な全周形状獲得手法”, 画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2006), pp.636-641, 2006
- [3] 板野 友哉, 森栄 晃彦, 古川 亮, 川崎 洋: “未観測ボクセルのクラス推定を用いた形状の統合及び補完手法と GPU を用いた高速な実装”, 画像の認識・理解シンポジウム, pp. 365-371, 2007.
- [4] 猪瀬 健二, 榎本 和史, 川崎 洋, 古川 亮: “全周 3次元モデル生成のための複数テクスチャのシームレスな合成手法”, 画像の認識・理解シンポジウム, pp.325-332, 7.2007