

単眼 RGB-D カメラによる 物体の形態変化の 3D アニメーション

ソフトウェア研究室

都 09-87 中村 亮太

1 はじめに

1.1 研究背景

近年、インターネットは、様々なデバイスから利用可能になり、私たちの生活になくてはならないメディアとなった。情報の伝達方法として、文章のみでなく画像や動画などの視覚情報も重要なメディア情報といえる。ネットショップやネットオークションなどがその代表であり、商品表現するために掲載されている画像や動画は、企業からのみでなく個人からの発信も多いのが現状である。しかし、画像や動画からのみでは商品の形状、大きさ、機能的特徴などを伝えきれない場合が多い。例えば、ロボットのよう物体の関節の動きや引き出しのついた家具など形態変化する物体に関して購買者が想像した商品と、実際の商品とのイメージにズレが生じる場合が多い。そして、動画による表現のみでは、撮影が出品者に完全に依存することから購買者の意のままに商品閲覧をすることができないということが問題視されている。これらのことから購入後に購買者に不快感を与えトラブルになることが多く発生し、インターネット上で問題視されている。

1.2 研究目的

本研究では、インターネットを通じた物品の表現力を拡張するために、形態変化する過程のアニメーションをインタラクティブに閲覧可能なモデル形式として、一般個人規模で作成しネットに掲載することを目的とする。

2 関連技術

2.1 Web 上における 3DCG 技術

3DCG は、3次元空間に配置された物の見え方を、仮想的なカメラにおける撮像面に投影して表現するものであり、光源や物体の形状、表面の光の反射など、すべてコンピュータ内にモデル化されたオブジェクトの設定により計算して求める技術である。したがって、実在する商品のように、色や形、操作方法や使い方などを示す上では、有効な表現手段と言える [1]。

3DCG を Web 上で表示するためには、Adobe Flash や VRML, WebGL などいくつかの方法がある。Adobe Flash はアニメーションを作成するソフトウェアであり、コマ送りの画像を表示することで 3DCG を表現する。したがって対象物の多視点撮影画像が必要である。VRML は、3次元の物体に関する情報を記述するためのファイルフォーマットであり、Web 上で使用されることを前提に設計された。今日では、表現能力の限界やモデリングツールの少なさ、操作の難しさなどから、使われなくなっている。WebGL は、Web 上で 3DCG を描画、表示、インタラクティブを可能にする技術である。HTML5 とともに用いられ、対応しているブラウザであれば特別なプラグインやライブラリなどをインストールせずに使用できる。

2.2 3D スキャナ

3D データを取得するための光学的計測手法としては、パターン投影方法、フォトグラメトリー、Time of Flight などがある。使用形態としては、据え置き型で対象物を設置しデータを抽出するもの、手に持って計測するカメラタイプのものがある。産業界では精度の点などから据え置き型の三次元測定器が普及しており、例えば製造業界では部品の 3D モデルの取得や、リバースエンジニアリングとして実体から CAD 図面を作成するために使われる。据え置き型の三次元測定器には、高額な初期導入費用、対象物を運ぶ手間、セットアップの煩雑さなどがあるため、一般個人規模で使われるのは、手持ちのカメラタイプのものである。これは、据え置き型よりは、一般的に精度は低く、単体のカメラで対象物の全周の 3D データを取得することは容易ではない。

本研究では、Kinect と呼ばれる RGB-D カメラを三次元計測器として採用する。Kinect は、Microsoft 社製のゲーム機のコントローラであり、ユーザの身体の姿勢推定に使われる。この RGB-D カメラはリアルタイムで連続的に形状を取得できるのでフリーハンドで多くの形状データ取得を可能とする。比較的安価であること、ゲーム機として広く家庭内に普及していることなどから一般個人規模でも扱える。Kinect は近赤外線カメラと赤外線プロジェクタによるパターン投影法で三次元情報を取得する。赤外線プロジェクタを用いて、無数の光点からなるパターンが連続点灯状態で投影されている (図 1)。

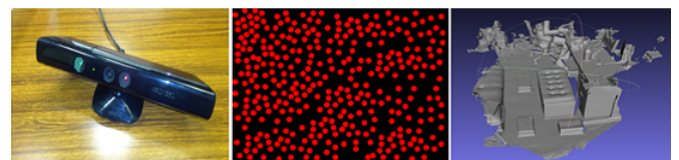


図 1: Kinect 本体 (左), 投影パターン (中央), 得られるデータ (右)

3 提案手法

本研究では、一般個人規模で撮影可能になる簡易性を生み出すため、連続撮影が可能な単眼 RGB-D カメラを用いてフリーハンドで全周計測することにより、そこから得られた点群データをリアルタイムで繋ぎ合わせ 1 つの 3D モデルを形成する。その後、3D モデルのインタラクティブ性を活かした様々な視点から閲覧可能な形態変化を表現するアニメーションを作成する。形態変化している各過程の 3D モデルを撮影し、それらを同じ座標系に合わせ、コマ送り方式で見せることでアニメーションとする。完成したアニメーション付き 3D モデルをネットに掲載することで購買者と出品者のイメージの差を軽減させることに繋げる。

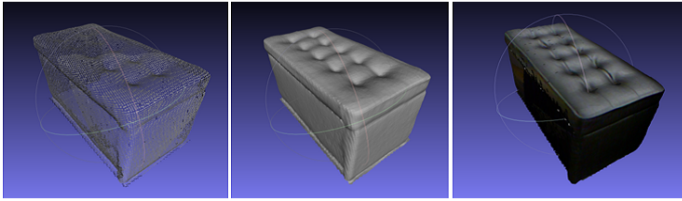


図 2: 3D モデル作成の過程



図 4: 実装環境

3.1 フリーハンドによる 3D モデルの取得

単眼 RGB-D カメラは、視点に対して物体の裏側のデータを取得できないため、カメラを徐々に動かして対象物全周を撮影し、対象物の全体の 3D モデルを得る必要がある。この実現方法のひとつに KinectFusion という手法がある [2]。Kinect を用いて得た距離画像を三次元座標に変換し、法線ベクトルを求める。その後、ICP アルゴリズムで姿勢推定を行う。移動の二つの 3D モデルから近傍点に対応付けし、その距離を最小にする回転と並進を求める処理を繰り返し行う。表面形状を求めるためには TSDF (Truncated Signed Distance Function) を利用し、ノイズを低減した表面を生成する。

本研究ではこの手法を利用し、得られた全周点群に面を貼ることでより実際の対象物に近づける。さらに、点群形式の 3D データを取得の際に、複数枚の写真画像データを各面にマッピングし、より一層実際の対象物の表現に近づける (図 2)。

3.2 形態変化のアニメーション

本研究では、物体の形態が変化の様子を表現するために 3D モデルによるアニメーションを作成する。まず形態変化の各過程で 3D モデルを撮影する。それらをコマ送り方式で繋ぎ合わせることでアニメーションとする。単眼 RGB-D カメラで手で撮影した場合、撮影ごとに各 3D データの座標系が異なる。そのため、対象物の周りにマーカとなる物体を対象物と一緒に撮影することで位置合わせを実現する。マーカの点群データどうしを ICP アルゴリズムを用いて位置合わせをする [3]。

図 3 のように、対象物の周りにマーカを配置し、各データ内のマーカ部分の一致に必要な移動量を取得する。緑の矢印がマーカの位置合わせ移動量であり、同等の変換を適用することで形態が変わっても対象物が静止している表現を可能とした。

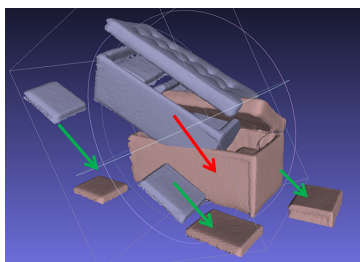


図 3: マーカを用いた ICP アルゴリズム



図 5: 各スツールのモデル

4 実験

4.1 実装

蓋が開くことで収納機能があるツールを対象物として採用し、マーカには身近な箱を利用した (図 4)。点群データ処理用ライブラリの PCL(Point Cloud Library)[4] による KinectFusion の実装を利用し、人の手を使って Kinect で全周計測した。マーカとなる箱の形状は手動で抽出し、VTK(Visualize Toolkit) による ICP ライブラリによって位置合わせを実装した。

4.2 実験結果

形態変化する過程を 5 回に分割し、それぞれテクスチャマッピングの施された 3D モデルにできた (図 5)。これらの 3D モデル (1) ~ (5) に対し、モデル (1) のマーカを基準として全てのモデルに対して位置合わせを適用し、それぞれの変換行列を得る。各モデルに各変換行列を乗じながら、3D モデルをコマ数秒で切り替え続けることによりアニメーションを表現することができた。アニメーション中も視点を変えることができ、インタラクティブ性も担保できた。

5 おわりに

本研究では、形態変化の途中の各モデルを繋ぎ合わせることでインタラクティブに閲覧可能な形態変化する物体の 3D アニメーション化を行った。データ取得には、特別な知識や技能を必要としない方法を実現できたが、マーカの抽出処理の自動化や Web で閲覧可能なアニメーションデータのアップロード方法が今後の課題である。

参考文献

- [1] 渡辺 昌宏 他, 3D の時代, 岩波書店, 2012
- [2] Richard A., et al., KinectFusion: Real-Time Dense Surface Mapping and Tracking, in IEEE ISMAR, pp. 127-136. 2011.
- [3] 八木 康史 他, コンピュータビジョン最先端ガイド 3, pp. 33-61, アドコム・メディア株式会社
- [4] PCL:<http://pointclouds.org/>