

CTによる複雑な3次元物体のモデリング・レンダリング

6H-1

山本 祐輝 岡本 茂樹 金子 豊久
豊橋技術科学大学情報工学系片田 和廣
藤田保健衛生大

1 はじめに

人体や3次元物体のモデリングを構築するには様々な計測法があるが、最も一般的に用いられているのは光学的三角計測法である。しかし、この手法は人間の顔のような概ね凸物体には適用できるが、花のような凹凸の激しい物体にはデータの取り残しが生じるという欠点をもつ。そこで本研究では、凹凸の激しい物体にも適用できる手法として、医学の分野で普及しているCT(Computer Tomography)を用いる手法について検討した。

2 従来の3次元計測法

一般的な3次元計測法である光学的三角計測法を図1に示す[1][2][3]。これは、レーザ光源とカメラと被計測物体で三角形を構成し、あらかじめ分かっている光源とカメラの位置関係より、レーザの照射されている物体表面の3次元座標値を推定する方法である。この方法では、光源とカメラのなす投射角 θ が小さくなるにつれ測定誤差が増大し、 θ の最小値は30°程度とされている[2]。 θ が大きくなると凹凸の激しい物体の場合、レーザの照射されている部分がカメラには写らず、3次元値を知ることができない。

3 CTデータを用いた手法

3.1 形状および色情報の計測

本研究では物体の3次元形状情報を得るためにCTを用いた。CTでは物体の形状のみが計測され色情報が得られないことから、色を含むモデルを構成するためにはカメラなどにより計測されたカラー値を物体表面にマッピングする処理が必要となる。物体の表面に色を付けるためにCCDカメラで被計測物体を撮影し、得られた色

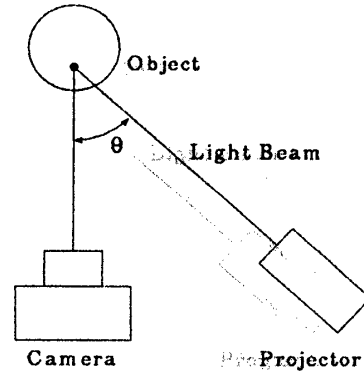


図1: 光学的三角計測法

データをCTから得られた物体の表面にマッピングした。撮影はカメラを固定し、物体を回転台に乗せ、CT測定時の基準点に合わせ、方位角方向に30°毎に行なった。照明はカメラ方向から当たった。CTデータのキャリブレーションは通常ワイヤボックスなどを使って行なうが、キャリブレーションされていると仮定した。カメラについても基準目用紙を用いてテストを行なったが、ひずみは無視できる程度であった。物体には、プラスチック製の恐竜、果物等の模型を用いた。

3.2 カラーマッピング

3次元形状情報の取得と色情報の取得は別々のシステムで行なわれるため、CTによる形状情報に色データマッピングを正確に行なうことが本研究で最も重要な課題である。以下にこの手順を説明する。

- (1) CTデータから適当なしきい値を用いて3次元物体を切り出し、0(外部)、1(内部)と定義する。
- (2) 物体表面を0から1に変化する1の座標と定義する。
- (3) 撮影時の物体までの距離、方位角、および焦点深度を使って、物体表面に対して透視変換を行なう。投影面から物体表面までの距離を計算し、最も手前に見える点の集合を物体表面の2次元投影像と定義する(図2)。
- (4) カメラからの撮影像とこの2次元投影像の位置合わせを行なう(図3)。ここでは各画像におけるX,Y座標の

最小, 最大値を用いたが, プロファイル全体を用いて位置合わせをすることも考えている。

(5) 2次元投影像の各投影点とカメラ撮画像の各ピクセルの中心点は一般に一致するものではない。図4に示すように bi-linear 補間法により投影点のカラー値を得た。投影点のカラー値を物体表面のカラー値とする。

(6) (3)~(5) までのステップを12のビューに対して繰り返す。この場合, 物体表面の同一点に複数のビューから得られたカラー値が存在するが, 現段階では最も明るい色を採用している。理論的には物体表面の法線方向に最も近いビューのカラー値を採用することが望ましいが, 照明の方向に留意すれば, 両者はほぼ一致すると考えられる。

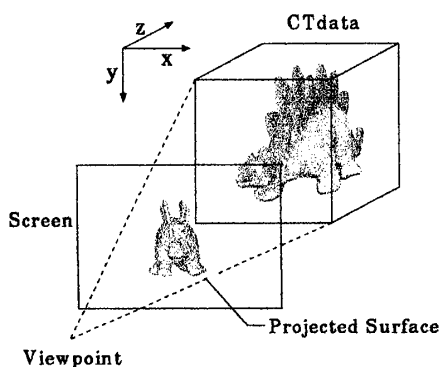


図2: 2次元投影像の取得

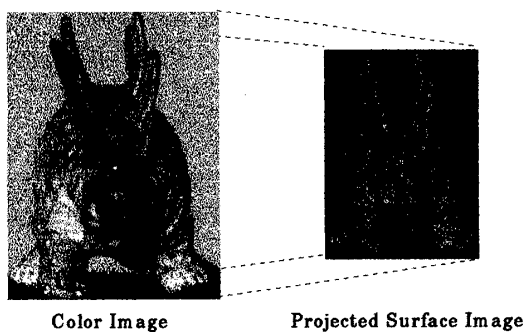


図3: カラーマッピング

3.3 レンダリング

こうして得られた色の付いた3次元データをレンダリングした結果を図5に示す。この時の物体は全長134mmで分解能はx,y方向が0.195mm/pixel,z方向が1.0mm/pixelである。

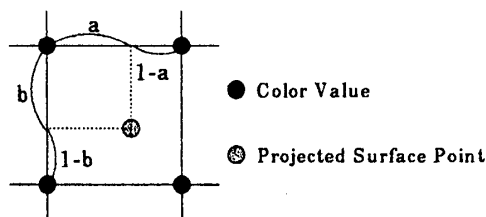


図4: bi-linear 補間法

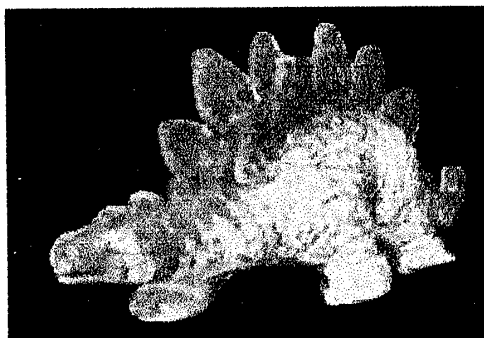


図5: レンダリングの例

4 まとめと課題

CTデータより物体表面の3次元座標値を取得し, この上にカメラによる撮影によって得られたカラー値をマップすることで, 物体のモデリング及びレンダリングを行なった。3次元形状情報と色情報の取得系統が異なるため, 双方の画像を合わせることが重要であり, この処理をより精密に行なう方法について更に検討する必要がある。またCTの代わりにMRIを使用することも考えられる。現在ではCTやMRIは高価である上, 金属を含む物体には適用できないが, 複雑な構造を持つ物体の計測には他に良い方法が見当たらない。

参考文献

- [1] Gulab H. Bhatia, Michael W. Vannier, Paul K. Commean, Kirk E. Smith: "Surface Imaging of the Human Body", Visualization in Biomedical Computing 1994, Rochester, Minnesota, pp.329-340, October, 1994.
- [2] 佐藤 幸男: "レンジセンサの上手な使い方", テレビジョン学会誌 Vol.48, No.2, pp.150-156, 1994.
- [3] 井口 征二, 佐藤 宏介: "三次元画像計測", 昭晃堂, 1995.