

ステレオビジョンを用いた逐次的3次元モデルの生成

恒川 法和[†] 富田 文明[‡] 山下 淳[†] 金子 透[†]
[†]静岡大学工学部機械工学科 [‡]産業技術総合研究所

本稿では、カメラから得られる3次元データを逐次的に統合し、見かけの輪郭線を考慮することにより、動的な物体を対象とした環境下での3次元モデルの生成法を提案する。移動パラメータが既知の場合と未知の場合についてそれぞれ異なる位置合わせ法を用い、本システムの有効性を実測データより示す。

1. 序論

3次元形状モデルの生成は、コンピュータビジョンやCG、VRなど、多くのアプリケーションやアルゴリズムを構築する上で不可欠な技術である。本研究では、監視システムのように動的な物体を対象とした環境下でのモデル生成に注目する。現在のシステムでは、映像や音声を記録、伝達するだけで、人の眼で24時間監視する必要がある。そこで、対象の情報をその都度まとめ上げ、人の負担を減らす技術が求められている。

従来の3次元モデルの生成法には、多視点から得られるデータを統合する手法やレンジファインダを用いる手法[1]がある。しかし、いずれの方法も監視システムのように対象がどこから現れるかわからない環境下では適用することは困難である。

本稿では、3次元データを復元する方法として、ステレオビジョンを用い、その3次元データを逐次的に統合することで、動的な物体を対象とした3次元物体モデルを生成する手法を提案する。モデルの生成には、これまで扱いが困難とされた見かけの輪郭線(観測方向によって見え方が異なる曲面の輪郭線)を考慮した統合手法を用い、移動パラメータが既知の場合と未知の場合とで異なる位置合わせ法を用いる。これらの手法を用い、実測データから本システムの有効性を示す。

2. システム構成

本システムではステレオ画像の入力から3次元データの復元、物体の記述は3台のカメラを持つ3次元視覚システムVVV(Versatile Volumetric Vision)[2][3]を利用する。3次元データの復元には、物体の境界線から得られる直線及び任意の曲線のセグメントベースステレオを用いる。また、ステレオの処理に先立ち、あらかじめ観測しておいた背景画像との差分により、入力画像から背景を除去しておく。

3. 3次元データの位置合わせによる統合

本システムでは、2種類の位置合わせ手法がある。位置合わせに必要な移動パラメータとは、3次元物体の位置姿勢の移動量のことであり、 3×3 回転行列 R 、 3×1 平行移動ベクトル t によって表すことができる。ここで、

$$T = \begin{bmatrix} R & t \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

とすると、3次元物体の移動量は 4×4 座標変換行列 T と記述できる。すなわち、位置合わせとは最適な T を算出する処理である。

3.1 移動パラメータが既知の場合

データ間の移動パラメータが既知の場合、データの統合に必要な処理はデータ間の重複を除去する事である。具体的手順を以下に示す。

- I. 位置姿勢の異なる2つの復元された3次元データ(M, D)を用意する。
- II. 移動パラメータ T_i が既知のため、一方の3次元データ M をもう一方の D に一致するように座標変換する。

$$D = T_i M \quad (2)$$

- III. 2つの3次元データが重複する箇所を除去する。3次元データの復元には、セグメントベースステレオを用いているので、セグメント S を重複探索の単位として M のセグメント S_M と D のセグメント S_D を比較することで、容易に除去することができる。重複除去は S_M の参照点 P_M と S_D の参照点 P_D の距離が、 $|P_M - P_D| < \alpha$ を満たす S について処理する。 α は経験的に決定した重複除去のための閾値である。
- IV. 重複していない S_M と S_D が $\alpha < |P_M - P_D| < l + \beta$ を満たす場合、2つのセグメントを見かけの輪郭線として線を結ぶ。ここで、 l は S が T_i の回転成分により移動する距離で、 β は測定誤

差を考慮した閾値である。

以上の処理により、3次元データを統合した物体モデルが生成される。

3. 2 移動パラメータが未知の場合

移動パラメータが未知の場合、複数の3次元データをそれぞれ照合し、座標変換行列 T を推定する必要がある。これは、3次元データ解析の主要な問題であり、さまざまな手法が提案されている。本研究では、セグメントを対応単位とし、文献[3]で提案した3次元物体認識手法によって2つの3次元データの位置合わせを行う。

4. 実験

回転テーブル上に対象物体を置き、移動パラメータが既知となる環境を作った。また、未知の場合については、回転テーブルの回転量が未知なものとして処理を行った。移動量が既知の場合として、図1のような自由曲面体(バナナの模型)を0度から180度まで10度ずつ回転させて逐次的にモデルを作成した。80度、140度のときに生成された3次元物体モデルを3方向から見た結果を図3、4に示す。図3と図4を比較すると、図4の結果の方が、より多くの情報が加わることで、人が見ても理解しやすいモデルが生成されていることがわかる。

次に、移動量が未知の場合の対象物体をして図2を用いる。図5は、10度から30度まで10度ずつ回転させたときのモデルを、移動パラメータを推定して生成された物体モデルである。移動パラメータが既知の場合に比べ、位置合わせがわずかにずれている箇所が存在する。

5. 結論

本研究では、動的な物体を対象とした環境において、物体が動くことによって変化する情報を逐次的に組み合わせ、物体モデルを生成する手法を提案した。実験の結果より、移動パラメータが既知の場合ならば、逐次的に物体モデルを作成できることが確認された。ただし、3次元情報が誤って復元されたときの対応や移動パラメータを推定する際に、誤った対応に引きずられ、推定が不十分になる等の問題が残る。

今後の課題として、移動パラメータが未知の場合についても、より正しく処理が行えるようにし、人

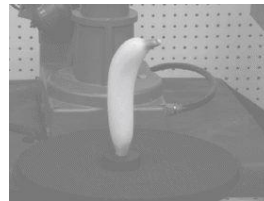


図1 自由曲面体



図2 複合物体

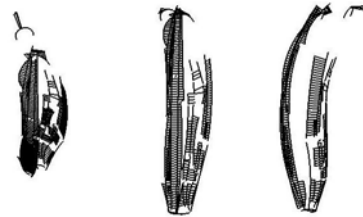


図3 既知の場合のモデル(80度)



図4 既知の場合のモデル(140度)

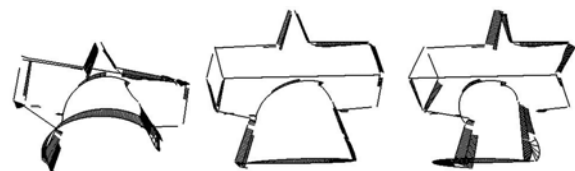


図5 未知の場合のモデル(30度)

間のように様々な個所で動きが異なる物体を扱えるようにすることが挙げられる。

参考文献

- [1] 樋口和則, M.Hebert, 池内克史: “複数レンジデータからの3次元物体モデル構築”, 電子情報通信学会論文誌D-II, Vol.J79-D-II, No.8, pp.1354-1361, 1996.
- [2] 富田文明: “高機能3次元資格システムVVV”, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.4, pp370-375, 2001.
- [3] 角保志, 富田文明: “ステレオビジョンによる3次元物体の認識”, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J80-D-II, No.5, pp.1105-1112, 1997.