

セグメントベースステレオによる複合物体の認識

4 A B - 3

角保志 富田文明

電子技術総合研究所

1 はじめに

3次元物体認識は、コンピュータビジョンにおける重要なテーマである。なかでも、シーンの3次元情報と物体の幾何モデルとを照合し、物体の位置姿勢を求める問題に対しては、様々なシステムが提案されている。しかし、その多くはレーザレンジファインダなどで計測される密な距離データを利用したものであった [1]。

これに対し、我々は、シーンのセンシングにセグメントベースステレオを用いた物体認識手法を提案してきた [2, 3, 4]。

本稿では、この手法の認識対象を次の2種類の複合物体に拡張する。すなわち、“エッジを含む自由曲面体”と“関節構造を持つ物体”である。これらはいずれも人工物体に多く見られる構造であり、3次元物体認識システムの実用化を目指す上で重要な認識対象である。実画像を使った実験結果から本手法の有効性を示す。

2 物体認識アルゴリズム

本手法では、セグメントベースステレオによって復元したシーンの輪郭線に関する3次元情報と、予め構築しておいた物体の幾何モデルとを照合し、その物体の位置と姿勢を求める。ここで、認識アルゴリズムは以下の二つの過程からなる。

- (1) 初期照合 輪郭線の局所的な幾何特徴を用いて物体モデルとシーンを照合し、物体の位置姿勢に関する候補を生成する。
- (2) 検証・微調整 輪郭線全体を用いて初期照合結果を検証するとともに、位置姿勢を微調整する。

初期照合で得られる候補の数は、幾何特徴数に依存するため、一般に、幾何特徴を多く含む物体の認識には多くの処理時間を必要とする。

物体の幾何モデルは、その物体の呈する輪郭線に基づいてモデル化される。影などの照明条件による

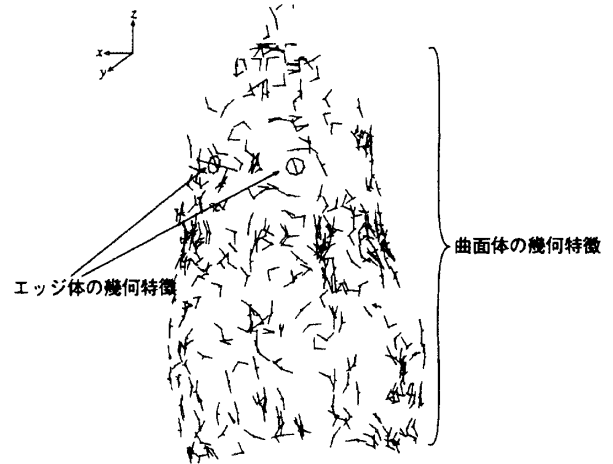


図1: 複合物体モデルの例 (猫の置物)

輪郭線を除くと、物体に固有の輪郭線には、二つの種類がある。ひとつは物体の表面形状もしくは表面反射率の不連続性を反映したエッジ (fixed edge) であり、もうひとつは曲面の遮蔽輪郭線である。曲面の輪郭線は、観測方向によって位置が変化する見かけの輪郭線であるが、対象となる物体の密な全周囲レンジデータを用いたモデル化により、認識に利用することが可能となった [4]。

しかしながら、fixed edge に基づいてモデル化される物体を“エッジ体”と呼ぶことにすると、一般に、

$$(\text{エッジ体の幾何特徴数}) \ll (\text{曲面体の幾何特徴数})$$

であることから、曲面体の認識には、エッジ体に比べてはるかに多くの処理量を必要とする。

3 エッジを含む曲面体の認識

部分的に fixed edge を含む曲面体は、エッジ体と曲面体の組み合わせとしてモデル化できる。図1に、モデルの例を示す。これは、猫をかたどった置物をモデル化したもので、猫の目に相当する二つの円形の模様を表すエッジ体と、本体を表す曲面体からなる。図には、エッジ体の幾何特徴と、曲面体の幾何特徴の一部とを表示している。

Recognition of 3D complex objects using segment-based stereo vision

Yasushi SUMI and Fumiaki TOMITA

Electrotechnical Laboratory

1-1-4 Umezono, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan

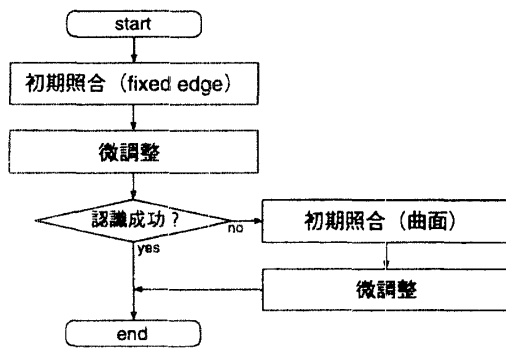


図 2: エッジを含む曲面体の認識の流れ

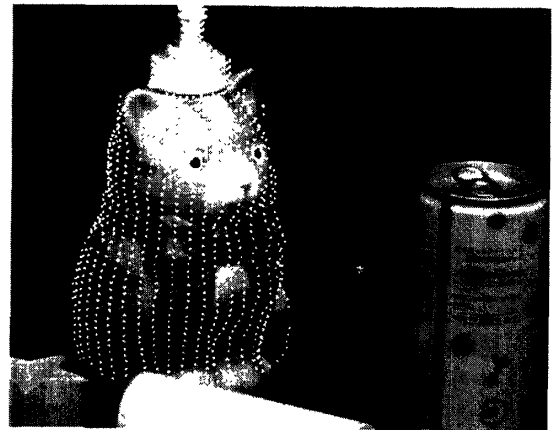


図 3: 認識結果の例

表 1: 曲面体認識における fixed edge の利用

	候補数	処理時間† (sec.)
曲面体のみ	10677	233
fixed edge 利用	49	1.3

†UltraSPARC (200MHz)

ここで、エッジ体と曲面体の幾何特徴を区別せずに初期照合を行うことも可能であるが、両者の数には大きい差があることから、図 2 に示すように、エッジ体の幾何特徴を優先的に利用する。これにより、エッジ体の部分が観測可能な場合には、物体位置の候補数を削減し、認識処理を効率的に行うことができる。

表 1 に、エッジ体の幾何特徴を用いた場合の処理を、曲面体の幾何特徴のみによる処理と比較して示した。この例では、処理量をほぼ 1/200 に削減することができた。図 3 には、認識結果を画像上に投影して表示した。

4 関節物体の認識

関節物体は、部品間の相対位置関係を表すパラメータが、ある範囲内で可変な複合物体とみなすことができる。従って、関節物体を認識するには、その関節物体を構成する部品を個別に認識し、各部品の位置関係が可能な範囲内にあるかどうかを調べれば良い。図 4 には、6 個の部品からなる 3 指ロボットハンドを認識した結果を示した。

5 まとめ

本報告では、fixed edge を利用することで、自由曲面体認識の処理効率が飛躍的に向上することを示した。また、関節構造を持つ物体の認識手法を提案した。

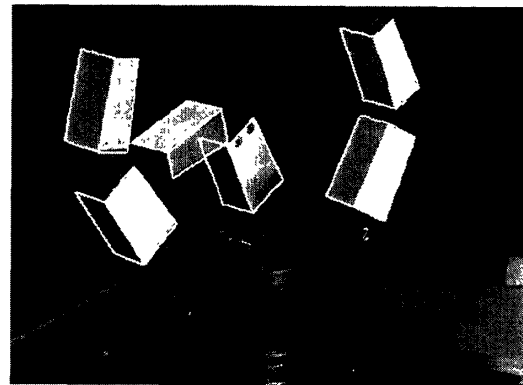


図 4: 関節物体の認識結果の例

今後の課題としては、本手法による応用システムの開発を行うこと、認識対象を非剛体に拡張することなどがあげられる。

参考文献

- [1] F. Arman and J. K. Aggarwal: "Model-based object recognition in dense-range images — a review," ACM Computing Surveys, Vol. 25, No. 1, pp. 5-43 (1993).
- [2] 角, 富田: "ステレオビジョンによる 3 次元物体の認識," 信学論 (D-II), Vol. J80-D-II, No. 5, pp. 1105-1112 (1997).
- [3] 角, 富田: "ステレオビジョンによる円錐複合体の認識," 情処研報, CV98-7 (1996).
- [4] 角, 河井, 富田: "セグメントベーストステレオによる自由曲面体の認識," 信学技報, PRMU96-149 (1997).