

斜め面对称プリミティブの抽出と 未知対象物体把持への利用

5Q-6

杉本和英[†]寺崎肇[†]富田文明[†]新情報処理開発機構[†]電子技術総合研究所[†]

1. はじめに

我々は、視覚情報に基づいた自律作業システムの構築を行なっている。本システムは、環境に関する3次元情報を獲得する視覚系と、作業対象物や環境に関する3次元情報から、知的な物体操作を駆使した効率の良い動作を計画する計画系とからなる。そして、既知の作業環境と対象物に関して、その有効性を確認している。今回は、未知対象物を操作するための認識手法として斜め面对称プリミティブに基づく手法を取り上げ、把持姿勢を決定する際の探索空間の限定への利用を考える。

2. ステレオと共通モデル

従来の物体認識の手法の多くはモデル・ベースで、対象物毎に詳細な幾何モデルを用意する必要があり、現実世界への適用は難しい。一方、多面体物体に関しては、未知対象物の3次元情報を獲得する手法の一つに、ステレオによる面ベースの環境記述生成手法がある[1]。しかし、オクルージョンや雑音、エッジの欠け等により解釈不可能な領域が現れ、単一視点からの環境記述の生成はなかなか難しい。これは、ステレオ対応問題と合わせて解決すべき課題といえる。これらを解決するための手法の一つに、一般的な形状特徴(プリミティブと呼ぶ)とそれらの関係により、定性的かつ階層的に物体を表現しようとする、共通モデルに関する研究がある[2]。この手法は、画像中の最下層のプリミティブである境界線セグメントの組み合わせにより上位のプリミティブをボトム・アップ的に検出し、階層的に表現する。また、上位プリミティブを単位とすることにより、ステレオ対応の際の探索空間の低減がはかれる。今回は上位のプリミティブとして画像中の斜め対称パターンを考え、未知対象物の把持姿勢決定の際の、より信頼できる把持要素の選択への利用を考える。

Detection of Skewed-Surface-Symmetrical

Primitives for Grasping Unknown Objects

[†]Kazuhide SUGIMOTO, Hajime TERASAKI

[†]Real World Computing Partnership

(Located at Hypermedia Res., Cen.

SANYO Electric Co.,Ltd.)

[†]Fumiaki TOMITA

[†]Electrotechnical Laboratory

3. 斜め対称

画像中の斜め対称パターンは、3次元空間中の面の法線方向に拘束を与えることから、物体認識において有力な手掛りとなることが知られている[3]。我々は、セグメントを単位とした局所的な斜め対称パターン検出手法により発見された複数の斜め対称構成要素より、それらの斜め対称軸、斜め横軸の関係に基づいて、斜め対称パターンを発見する手法を提案した[4]。

3.1 斜め軸対称パターンの検出

以下の4種類の局所的斜め対称パターンより、斜め対称軸、斜め横軸の候補を求める。

- 1つの非コニック曲線セグメント
- 1対のコニック曲線セグメント
- 1対の直線セグメントと1直線セグメント
- 2対の直線セグメント

検出した局所的斜め対称パターンより、同じ対称軸、横軸をもつもの同士を統合する。さらに以下の条件を満たすものを統合することにより、斜め軸対称パターンを検出する。

- 斜め軸対称パターンの横軸と同じ方向をもち、かつ斜め対称軸と交差する直線セグメント
- T交差しない直線セグメント対のうち、交点が斜め対称軸上にあるもの
- その中心が斜め対称軸上にあるコニック

3.2 斜め面对称パターンの検出

斜め面对称パターンの検出手順を以下に示す。

1. 各斜め軸対称パターンに対して、斜め横軸と等しい傾きをもち外接する2直線と、斜め対称軸との2交点を求め、斜め対称軸の端点とする
2. 注目する斜め軸対称パターンと斜め横軸の傾きが等しい斜め軸対称パターンをすべて選び出す
3. 互いの斜め対称軸の交点Cが、互いの斜め対称軸の端点の一方(P_{12} と P_{21})に近い場合、これら斜め軸対称パターンを統合し、斜め面对称パターンとする(第1図(a))
4. 斜め面对称パターンの各斜め対称軸に対して、斜め対称軸の交点が斜め対称軸の端点の一方に近い斜め軸対称パターンをすべて統合する(同図(b))

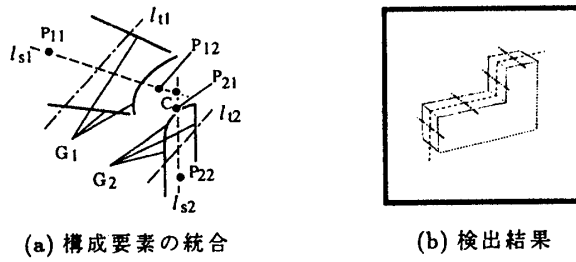


図1: 斜め面对称プリミティブの検出

4. 未知対象物体把持動作計画への利用
4.1 知的物体操作

我々は、物体操作能力の向上を目的とし、対象物を把持したままの回転操作が可能で器用なハンドリングや、把握不可能な状態からの脱出や容易な把握姿勢の実現のための滑らし動作といった、平行2指ハンドによる知的な物体操作の手法を開発した[5].

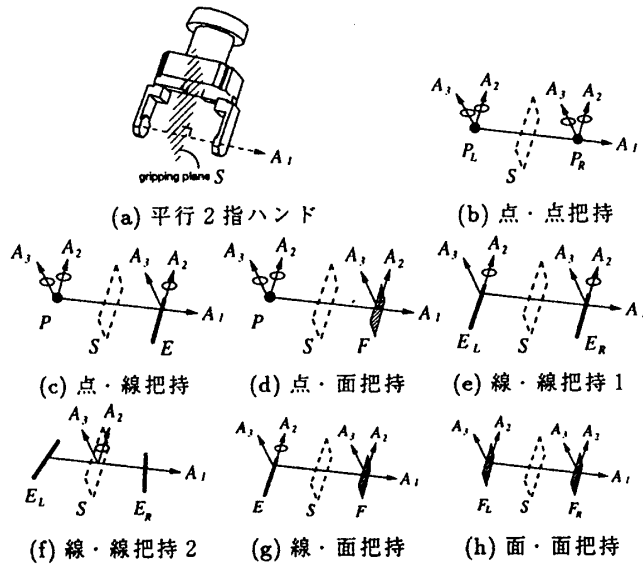


図2: 平行2指ハンドとその把持要素

4.2 把持要素

しかし、これらはモデルに基づく手法であり、対象物や作業環境に関する幾何モデルが必要となる。未知の対象物を考える場合、把持といった単純な操作に関しても、その計画は難しくなる。第2図に、平行2指ハンドのための把持要素と物体に対する拘束を示す。軸 A_1 回りの回転と重力および摩擦は無視する図(a)。各軸 A_1, A_2, A_3 は互いに直交し、軸に示す○は、その軸回りの回転に対する拘束が緩いことを示す。図(b)から(h)に向かって、把持の安定性は高くなる。計画系は、信頼性、把持安定性の高いものを選択する。

4.3 対称面の決定と把持計画

2次元画像中の斜め面对称プリミティブが3次元空間中で実際に面对称の関係にある保証はない

ので、ステレオ対応により検証する必要がある。一方、ステレオの各画像中で抽出された斜め面对称プリミティブを対応の候補とすることにより対応の単位を大きくすることができ、探索空間の低減と対応の類似度の計算や、信頼性の向上がはかれる。こうして求めた3次元の面对称パターン上のセグメントは、物体への動きの拘束や同一物体上のセグメントであるとみなせる点で、より信頼できる把持要素として選択できることから、これらを未知対象物の把持姿勢の決定に利用することは大変有効と考える。第3図に、作業を平行2指ハンドによる多面体物体の把持に限定した場合の、未知対象物把持の模擬動作計画例を示す。この例では、3次元対称面が把握面の候補として利用できるため、探索空間の限定に関する効果は大きい。

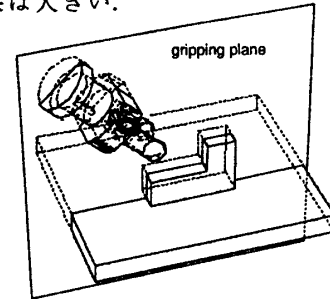


図3: 未知対象物体の把持計画例

5. まとめ

斜め面对称プリミティブに基づくステレオにより3次元対称面を算出し、再構成された3次元の面、エッジ情報とともに、未知対象物体の把持動作計画への利用を提案した。今後は、実機に実装することにより、本手法の有効性を確認したい。

参考文献

- [1] K.Sugimoto, H.Takahashi and F.Tomita : "Scene interpretation based on boundary representations of stereo images," *Proc. 9th International Conference on Pattern Recognition*, pp. 155-159, 1988.
- [2] F.Tomita and M.Koizumi : "A step toward generic object recognition," *Proc. of 11th International Conference on Pattern Recognition*, pp. 632-636, 1992.
- [3] T.Kanade : "Recovery of the three-dimensional shape of an object from a single view," *Artificial Intell.*, 17, pp. 409-460, 1981.
- [4] K.Sugimoto and F.Tomita : "Detection of skewed-symmetrical shape," *Proc. of International Conference on Image Processing*, pp. 696-700, 1994.
- [5] H.Terasaki and T.Hasegawa : "Motion planning for intelligent manipulations by sliding and rotating operations with parallel two-fingered grippers," *Proc. of international conference on Intelligent Robotics and Systems*, 119-126, 1994.