

ハンドアイロボットのためのステレオビジョンと物体認識
4M-2

高橋 裕信 寺崎 肇 杉本 和英 富田 文明*
(三洋電機筑波研究所) (*電子技術総合研究所)

1. はじめに

予想外の事象にも対処可能なロボット制御を行うため、視覚によってロボットの動作環境と対象物を認識するビジュアルフィードバックシステムについて検討している。その最も典型的なシステムであるハンドアイロボットの視覚装置には、精度、安定性、高速性などが要求される。一方、ハンドアイロボットは限定環境で用いられることが多く、この場合にはロボットや対象物に関するモデルや姿勢などが情報として与えられる。こうした情報を有効に利用することができる。

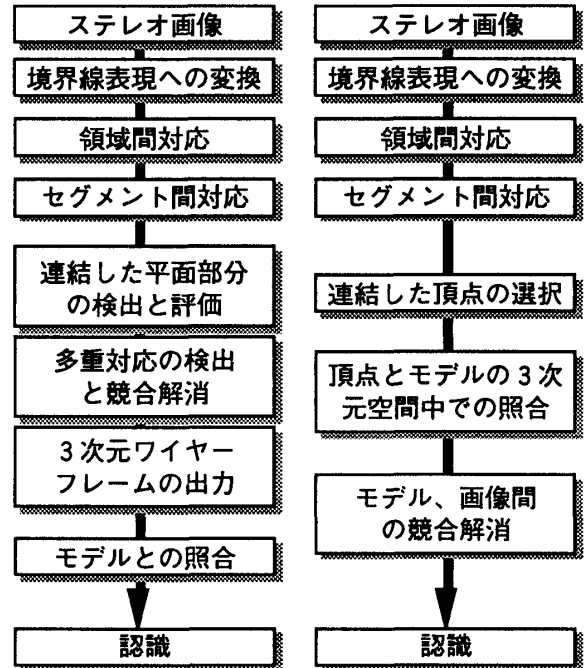
例えば、ロボットハンドやすでにロボットが把握した物体については、そのモデルが既知でその位置と姿勢がほぼ予測できる。それからステレオの各画像中での見え方を予測し、モデルを当てはめることができる。この場合にはモデルを対応単位としたステレオ法が可能となる1)。

位置が不明であっても各画像にモデルを当てはめる方法は可能である。しかし可能な組合せが多く、複雑な画像になるほど計算量が大きくなる問題がある。また通常のステレオ法では対応付けやその検証が難しい。それらの問題を解決するためにステレオ法における対応付けの検証の段階にモデルを利用し、認識を行う方法について検討したので報告する。

2. アルゴリズム

境界線表現によるステレオ法では図1 aに示したように、まず左右画像内での領域を対応付ける。次に各領域内での各境界線セグメントを対応付ける。その1対の対応関係に対して、3次元空間中での位置を求め、空間中の線分が定められる。これらの線分の空間中での連結関係と位置から、同一の平面を構成するものを集め、その大きさなどにより対応付けの妥当性を示す重みを与える。多重対応などの矛盾する競合関係を調べ、重みにより選択し正しい対応を得ている。2)

本報告ではモデルが既知である物体をシーン中から探しその位置を求めることを目的としている。この場合にはステレオの検証にモデルの情報を利用している。図1 bに示したように、領域および各境界線セグメントを対応付け空間中での位置を求める。次に連結した組を選ぶ。これは各画像中でも連結関係があるため容



(a) ステレオ法 (b) モデルを用いた方法

図1 モデルを用いたステレオ法

易に検出することができる。この対応条件としては、連結点でのエッジ拘束のみを用いているため誤った対応も含まれる。この頂点に対して、モデルの頂点をあてはめる。まず、頂点のなす角を比較し、同一のものだけを候補とし、検証する。当てはめたモデルを各画像に投影し、画像と比較し、モデルと姿勢から予測されるセグメントと画像中のものを比較する。これ

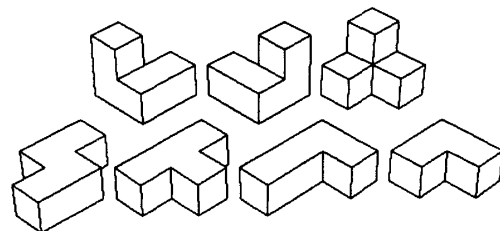


図2 対象物のモデル

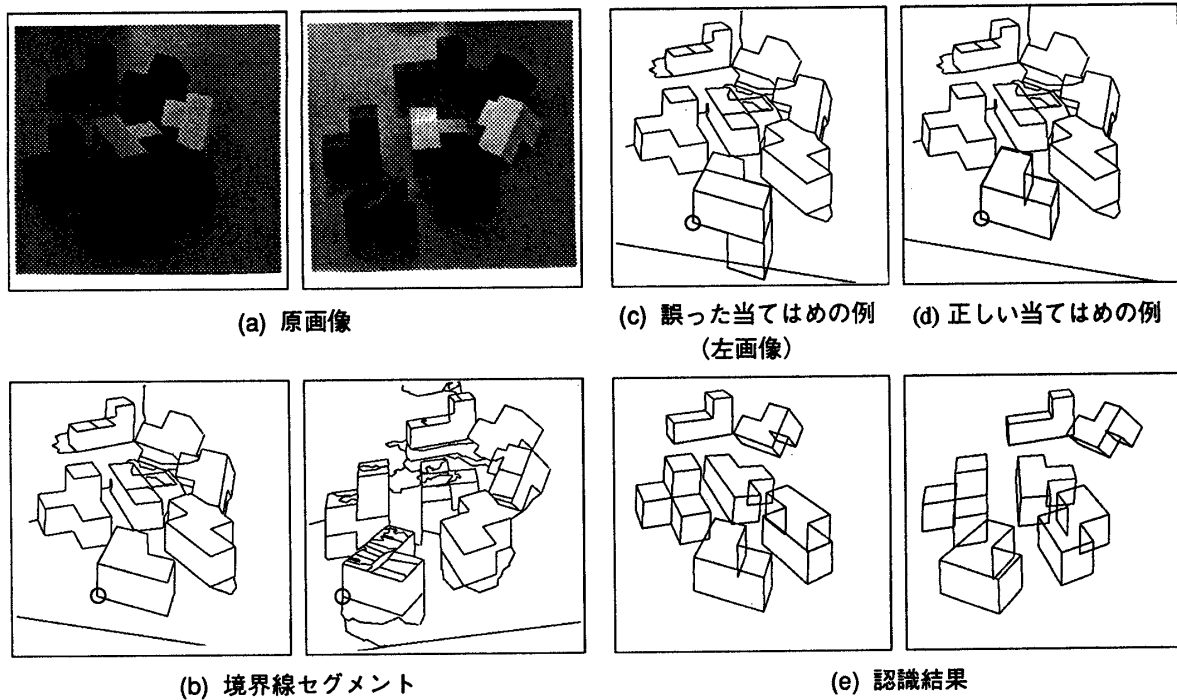


図3 実験例

をモデル中の見えると予測されるセグメント全てについて探し、見つかったものの比率をこの「当てはめ」についての評価値とする。ステレオ対応を誤っているものや当てはめたモデルを誤ったものは一致しないので低い評価値になる。各モデル毎に最も高い評価値を与えたものを解とする。

3. 実験

対象物として7種の形状の異なった積木を用いた(図2)。これらを白黒カメラで撮影し(図3 a)、各積木の識別と位置の検出を行なった。各画像を境界線表現に変換した(図3 b)。対応付けを行ない、連結したセグメントとして44通りの組が得られた。このうち誤対応によるものは30組あったが、ほとんどの誤対応の場合には線分のなす角がモデルの各頂点に一致しなかった。そのため正しい対応にのみモデルが当てはめられた。正しく対応した頂点(図3 b丸印)部分に対して、誤ったモデルを当てはめた例(図3 c)、正しく当てはめた例(図3 d)に対して評価値はそれぞれ、0.526, 0.750であった。最終的に各モデルについて最もよい評価値を与えたものを結果とする(図3 e)。

照合及び検証に要した処理時間はMIPS社製R3000を利用したCPUで66秒であった。

4. 比較

対象物のモデルを持っている場合には他に、単眼またはステレオの各画像に対してモデルを当てはめ、検証する方法が考えられる。画像にモデルを当てはめる方法として2本または3本の連結した線分に当てはめる方法もある。しかし問題点としてa)線分の端点を精度よく得ることが難しい、b)本報告の方法の2線分の挟角といった冗長な情報がなく、あてはめの段階での探索の枝刈ができない。そのため精度と計算量の点で劣る。図4の画像に対して単眼法による処理を行なったが、7個のブロックのうち2個の対象物しか発見できず、また計算時間は約15倍であった。

5. 考察

本報告ではモデルを用いたステレオの検証及び認識について報告した。今後はハンドアイシステムへの実際の応用について検討したい。

[参考文献]

1. 高橋他 モデルベースステレオビジョンによるロボットハンドの認識 第39回情報処理学会大会5D-5(1989)
2. 富田、高橋 ステレオ画像の境界線表現に基づく対応 信学論 J71-Dp1074(1988)