

ステレオ画像の形状プリミティブによる階層的対応法

5D-2

小泉正彦[†][†]松下電器産業(株) 東京研究所富田文明[‡][‡]電子技術総合研究所

1. はじめに

ステレオは最も簡便な測距法であり、将来のロボットの共通の眼として期待される。しかし、左右の画像の対応点を求める方法がかなり改善されてきているとはいえ、完全に安定した方法はまだ確立されていないのが現状である。最近では、対応の単位として、従来のエッジ点から直線または曲線のセグメントを用いるようになってきている。これは単位が大きいほど単位の個数が減少するとともに対応のあいまいさも減少し、その結果対応の探索空間が減少する利点があるからである。本報告では、対応の単位をさらに拡大し、構造体-素立体-面-線の階層構造によって表現される形状プリミティブを用いる方法を提案する。

2. 形状プリミティブ

物体は基本的な形状(プリミティブ)の組合せで構成されていると考えることができる。特に人工物ではCADの分野でも明らかなように、簡単な素立体の集合演算によって構成できる場合が多い。そして、プリミティブには階層がある。例えば、図1に示すようなカメラを考えてみる。カメラ(構造体)の外形は「直方体」(素立体)と「円柱」(素立体)からなる。直方体は3個の「平行四辺形」(面)から、円柱は「楕円」(面)と「円柱側面」(面)からなる。平行四辺形は「平行線」(線)と「凸角を形成する辺」(線)からなり、楕円は「向かい合う楕円弧」(線)からなる。

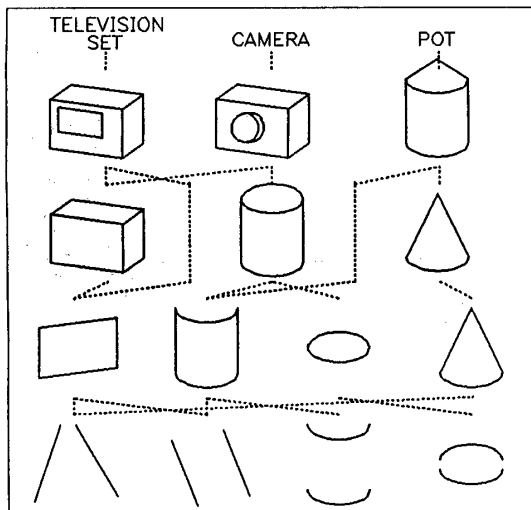
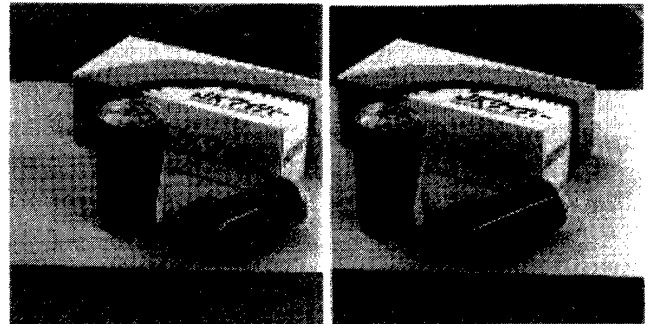


図1 プリミティブの階層

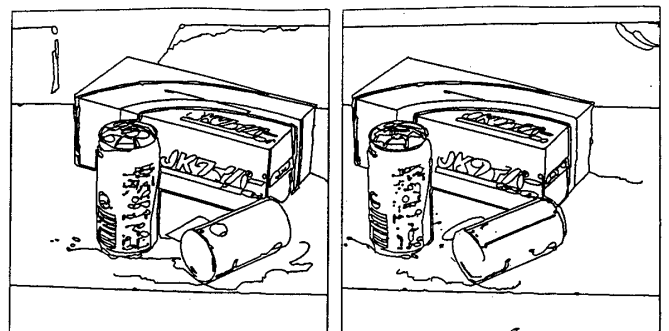
これらはすべてプリミティブである。プリミティブは定性的に表現され、下位のプリミティブは上位のプリミティブによって何重にも共有される。そして、プリミティブの探索は階層の下位のものから上位に向かって行なわれる。



(a) 右画像

(b) 左画像

図2 入力画像



(a) 右画像

(b) 左画像

図3 境界表現

入力画像(図2)は線分と楕円弧のセグメントで構成された境界表現に変換される(図3)。そして、照明の加減、ノイズ、あるいはオクルージョンのために物体の輪郭線に欠損が生じたり、物体の表面に各種の模様があっても、所望のプリミティブをボトムアップ・並列的に発見する方法[1,2]を用いて、左右の画像からそれぞれ独立に直方体と円柱(正確にはその投影像)のプリミティブを抽出した結果を図4に示す。

3. 階層的対応法

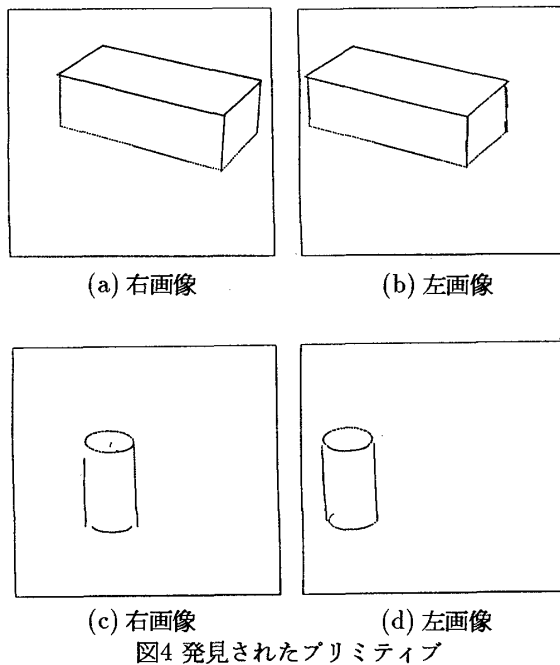
発見したプリミティブは前述のように階層的に表現されている。そして、左右の画像で発見されたプリミティブの対応探索は、上位のものから下位に向かって行なわれ、最終的にはセグメントを対応の最小単位とする。上位のプリミティブほど拘束条件が多く、個数も少ないので対応が容易になる。プリミティブの対応に用いる拘束

条件は、(1) プリミティブのレベル、(2) プリミティブの種類、そして、(3) エピボラ拘束である。すなわち、(1)により、同じレベルのプリミティブ間でしか照合しない。(2)により同じ種類のプリミティブ間でしか照合しない。そして、(3)では、簡単のために左右の各プリミティブの外接長方形を考え、それらの頂点の座標 $(x_L(i), y_L(i)), (x_R(i), y_R(i)), (i = 1, \dots, 4)$ は次の条件を満足しなければならない。

$$x_L(i) > x_R(i), \quad y_L(i) = y_R(i)$$

対応の伝搬の結果、最下位のレベルですべての対応セグメント間の厳密なエピボラ拘束が満足されると、対応が成功したとみなす。

図5は左右の画像で対応が成功した一対の面プリミティブの例である。



4. あとがき

画像からできるだけ上位レベルのプリミティブが発見できれば、対応が容易になることがわかる。

上記の処理は、ステレオ画像の対応法であるが、結果として、3次元プリミティブの発見法の一つでもある(他に、3次元データが得られた後に探索する方法もある)。プリミティブの発見により物体認識におけるモデルの呼出しと照合を容易にすることができる。

参考文献

- [1] 小泉, 富田: ソリッドモデルと画像の定性的および定量的照合, 情報処理学会論文誌, CV54-5, 1988.

- [2] 小泉, 富田: 物体認識のための共通プリミティブの並列的発見, 第37回情報処理学会論文誌, 1988.

