

物体認識のための共通プリミティブの並列的発見

1V-7

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. まえがき

物体を構成する共通プリミティブを画像から抽出する並列アルゴリズムについて報告する。入力画像は2次元境界表現¹⁾に基づいて線分と楕円弧の境界線セグメントによって表される。本報告ではノイズなどの影響で不完全な画像データからプリミティブをボトムアップに探索することにより、完全なプリミティブを発見する手法について述べる。また本手法に基づいて表面に模様のある円柱、円錐のあるシーンに関して実験を行い、良好な結果を得たので報告する。

2. プリミティブの階層

プリミティブには階層がある²⁾。例えば図1に示すようなカメラを考えてみる。カメラの外形は「直方体」と「円柱」からなる。直方体は3個の「平行四辺形」から、円柱は「楕円」と「円柱側面」からなる。平行四辺形は「平行線」と「凸辺」からなり、楕円は「向かい合う楕円弧」そして円柱側面は平行線と「平行な楕円弧」からなる。これらはみなプリミティブである。このように階層の下位のプリミティブはそれより階層の上位のプリミティブによって何重にも共有される。

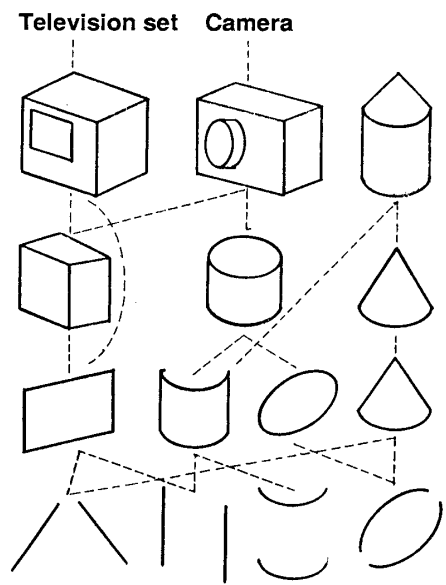
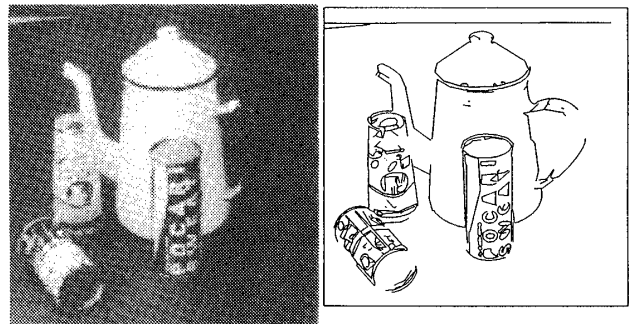


Fig.1 プリミティブの階層

プリミティブの探索は階層の下位のものから行われる。すなわち2本の境界線セグメントの組み合わせ(最下位のプリミティブ)が最初に発見される。発見されたプリミティブはそれらを要素に持つさらに複雑な組み合わせのもの(上位のプリミティブ)を見つけ出すために用いられ、最終的に立体の候補となりえるプリミティブを発見する。以下では図2(a)の入力画像から作られた図2(b)の2次元境界表現の中から円柱が発見されるまでの場合を例に説明を行う。プリミティブを求める場合にはノイズなどの影響によって同じ直線あるいは楕円弧であっても同じ方程式で表されるとは限らないので、このことを考慮する必要がある。



(a) (b)
Fig.2 (a)入力画像 (b) 2次元境界表現

3. プリミティブの抽出

3.1 基本プリミティブ

2次元境界表現では、各セグメントが領域を右側にみるように方向が付けられている。したがって同一の線上には必ず二つの逆方向のセグメントが存在する。各基本プリミティブは二つのセグメントが以下のような条件を満足するときに生成され、リストとして蓄えられる。

- (1) P-リスト(平行線プリミティブ)
二つの線分セグメント l_i, l_j が互いに逆向き平行である。
- (2) C-リスト(凸辺プリミティブ)
二つの線分セグメント l_i, l_j が凸多角形の隣合う2辺となりえる。
- (3) E1-リスト(向かい合う楕円弧プリミティブ)
二つの楕円弧セグメント e_i, e_j が弦を向い合わせにしている。
- (4) E2-リスト(平行な楕円弧プリミティブ)
二つの楕円弧セグメント e_i, e_j が同じ向きに凸である。

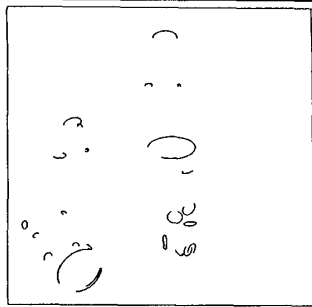
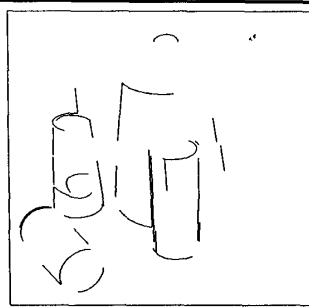
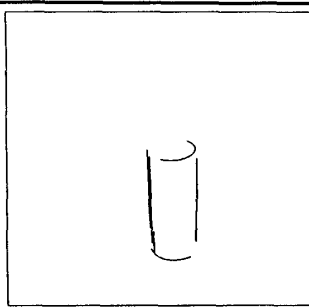


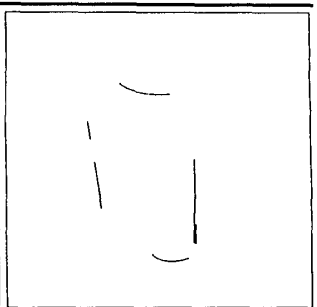
Fig. 3 楕円の候補



(a)



(b)



(c)

Fig. 4 円柱側面の候補 (a)全体 (b)正しい候補の例 (c) 誤った候補の例

3.2 面候補プリミティブ

(1) 楕円

- ①El-リストの要素(ei, ej)で同じ楕円でフィッティングできるものを選び、新しいリストElp-リスト(要素(ek1, ek2))をつくる。
- ②Elp-リストからさらに次の条件を満たす、新しいリストElps-リスト(要素(em1, ..., emn))をつくる。
 - ・Elps-リストの任意の二つの楕円弧セグメントの組(emi, emj)がElp-リストに入っている。
 - ・Elps-リストのすべての楕円弧(em1, ..., emn)が一つの楕円の方程式によって近似できる。
- ③Elps-リストのそれぞれの要素において、発見されたセグメントの長さが近似楕円の周長に対して十分な長さがあれば楕円の候補Eが発見されたとする(図3)。

(2) 円柱側面

- ①P-リストの要素(li1, li2)に対して、次の条件を満たすのEc-リストの要素(ej1, ej2)を見つけ、新しいリストCy-リストをつくる。
 - ・ej1, ej2はli1, li2およびその延長に挟まれた領域に存在する。
 - ・ej1, ej2のうち一方は凸、他方は凹である。
- ②Cy-リストの各々の要素において、発見されたセグメントの長さがの周長に対して十分な長さがあれば③のステップへ行く(図4)。

②のステップで発見された円柱側面の候補には図4(c)のように明らかに円柱の側面としては不適当なものがあり、また楕円弧セグメントを表す方程式も十分正確でない。そこで円柱の側面の対称性を利用して整形を行う。図5の実線は②までのステップで発見されているセグメントである。

- ③側面に相当する線分セグメントの中心線を求める(一点鎖線)。
- ④発見された楕円弧上にサンプル点を取る(+点)。
- ⑤各+点に対して①で求めた中心線を軸として線対称となる点を求める(●点)。
- ⑥+点、●点を併せて楕円フィッティングを行う(点線)。フィッティングが失敗した場合は円柱側面としては

不適当とする。

⑦楕円の長軸の長さが側面の幅に対して十分あれば最終的な円柱側面の候補CYSとする。

3.3 立体候補プリミティブ

発見された楕円Eと円柱側面の候補CYSの凹側の楕円弧が一致すれば円柱の候補CYLが発見されたとする(図6)。

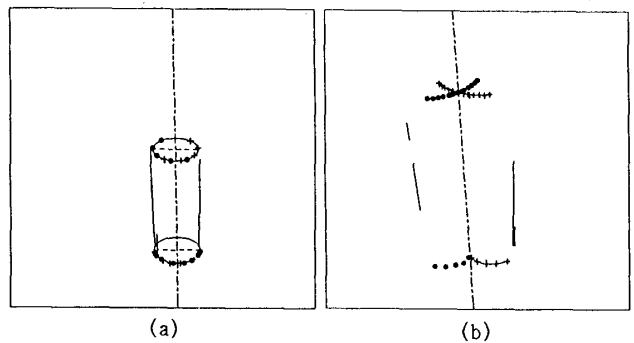


Fig. 5 円柱側面の検証と整形 (a)正しい候補 (b)誤った候補

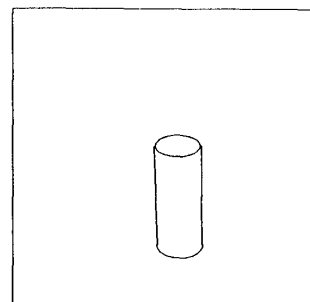


Fig. 6 円柱の候補

4. あとがき

画像から得た不完全な線画から完全なプリミティブを再構成する並列アルゴリズムを述べた。

今後はサンプルとして与えた画像からプリミティブの階層を自動生成することによって、それを新しいプリミティブとして学習するものへと発展させたい。

参考文献

[1]富田, 高橋: 画像のB-R-E-Pのためのアルゴリズム, 信学会パターン認識と理解研究PRU86-87, 1987.
 [2]小泉, 富田: ソリッドモデルと画像の定性的及び定量的照合, 情報学会CV研, CV54-5, 1988.