

4D-4

視線方向における物体配置のグラフ表現

中尾敏康 棚野裕氏 安部憲広 北橋忠宏
大阪大学 産業科学研究所

1. はじめに

本報告では領域分割された画像データから抽出された領域の輪郭線を考え、その局所的な情報から次の二つの仮定、

1. 物体の稜線は頂点部を除いてなめらかである
2. T字型接合部において、一つの領域に対応する物体が他の二つの領域に対応する物体よりも必ず視線方向に関して前にあり、前にある物体に対応する領域の輪郭線がT字型接合部でなす角度は他の二つの領域のそれよりも大きい(図1)

のみを用いて、画像中の各領域に対応する物体の視線方向における三次元的配置をグラフ化する手法を提案する。このグラフを用いることにより参考文献[1]の物体認識システムでは隠されている輪郭線の予測を行う。

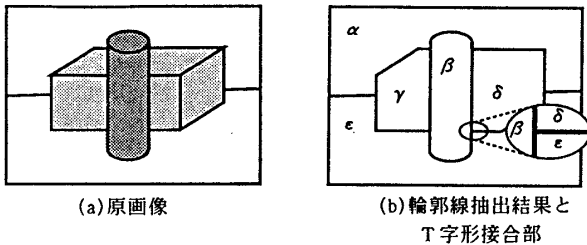


図1

2. 処理の流れ

提案する手法の処理の流れを図2に示す。

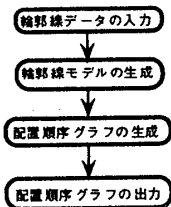


図2

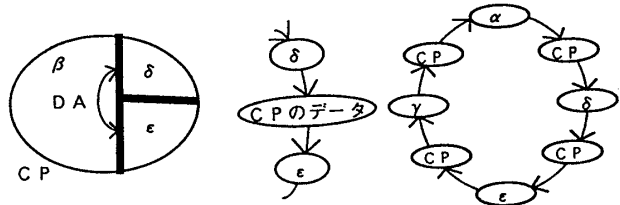
本手法は、冒頭の物体認識システムの一部として構築されたものであり入力として領域分割の結果から得られる輪郭線のデータを考える。

3. 配置順序グラフ生成の手法

3.1 輪郭線モデルの生成

入力画像の各領域の輪郭線について、輪郭線を領域内部を右側にみながら追跡し、隣接領域が変化する点(これをCP: Check Pointと呼ぶ)、及びCPの前で輪郭線がなす角度(これをDA: Decision Angleと呼ぶ)を求め、そのデータを持つ頂点を生成し、頂点間を有向辺で結ぶことにより環状の有向グラフとする(図3)。これを「輪郭線モデル」と呼ぶ。図4に図1(b)の領域βに対する輪郭線モデルを示す。この輪郭線モデルの頂点間の接続から領域が隣接している部分の輪郭線(これを「隣接部分」と呼ぶ)の端のCPが得られる。

以下、「領域間の配置順序」という時は「領域に対応する物体の視線方向における配置順序」を意味するものとする。



(a) CPとDA (b) βの輪郭線モデル

図3

図4

3.2 視線方向における配置順序グラフ

3.2.1 概要

輪郭線モデルは最初すべての隣接部分を、その領域に対応する物体の輪郭線(これを「物体輪郭線」と呼ぶ)の候補とみなしている。しかし、物体の一部が他の物体によって隠されているときには隣接部分は視点(カメラ位置)からみてより手前にあるものの物体輪郭線が表れていると考えられる。このとき、物体の稜線はなめらかであるという仮定と、T字型接合部に関する仮定から、隣接部分の端のCPではそのCPに接している3つの領域に対応する物体のうち、視線方向における一番手前にあると考えられるものに対応する領域のDAがいちばん大きいと考えられる(図5)。

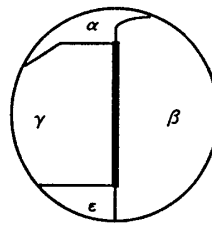


図5

つまり、隣接部分の端のCPにおけるDAから隣接している二つの領域に対応する二つの物体の間の視線方向における配置順序が推測できる。こうして配置順序が判定された隣接部分は、後方の物体の輪郭線とは一致しない。そのため判定が済んだ隣接部分を輪郭線モデルから、後方にある物体については隣接部分はその領域の物体輪郭線とは一致しないため削除し、前方にある物体については、判定が終了したため削除することにする。これにより、輪郭線モデルには常に、各領域の物体輪郭線の候補が存在することになる。よってすべての隣接部分について隣接領域間の配置順序を輪郭線モデルから判定することにより、領域間の配置順序の推測とグラフ化を可能とした。

3.2.2 配置順序グラフ生成のアルゴリズム

3.2.1の考えに基づき構成し、今回使用した配置順序を表す配置順序グラフの生成アルゴリズムを以下に示す。尚、配置順序グラフは最初、すべての領域よりも手前にあると考える仮定の領域(dummy)から各領域に対応する頂点への有向辺のみが存在する様に初期化しておく。(図6)

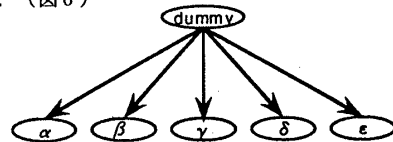


図6

Partial Order of Objects

Toshiyasu NAKAO, Yuji TANANO, Norihiro ABE, Tadahiro KITAHASHI
The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University

① 各領域間で、アルゴリズムを適用する順序を決め、その順序に従い、各領域に②から⑨の処理を適用する。これはより手前にあると考えられるものから処理を行なっていく方が図7の様な場合処理の手順が少なく済むからである。なぜなら、 α と γ の間の配置順序は、 β によって α と γ が隠されていることによってあらわれる隣接部分で判定をしてもDAが同じであるため判定できず結局 β の処理が終わり隣接部分が輪郭線モデルから取り除かれるまで判定できないからである。そのため、順序として輪郭線モデルにおけるDAの平均値を用いる。

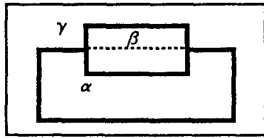


図7

② 図8(a)の様に隣接領域(β)が他の隣接領域(γ)に分断されているときには、 α と β の間の輪郭線の接している部分の両端のCPは輪郭線モデル(図8(b))では、(a, b)と(c, d)の二組であるが実際は(a, d)と考えるべきである。つまり、さきに α と γ の間の関係を判定し、その隣接部分を取り除いてから α と β の間を判定すべきである。そのため、 α の輪郭線モデルから一回しか出てこない、つまり α との隣接部分が一箇所しかない、領域を表す頂点(α の隣接領域(β とする)に対応する)をさきに処理すべき対象として取り出し③から⑦までの処理をそれらに施す。

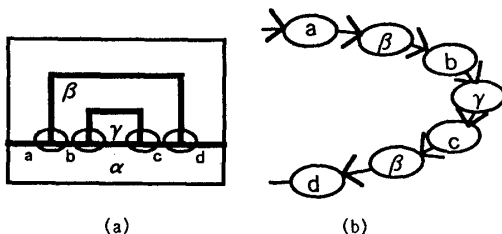


図8

- ③ α の輪郭線モデルから次の条件を満たす頂点を取り出す。
 CPを表す頂点のうち、
 ・②で取り出した頂点をさす有向辺を持つもの。
 または、
 ・②で取り出した頂点から出ている有向辺がさすもの。

この頂点の組をCPの組と呼ぶ。このCPの組は α と β の隣接部分の端に対応する。

- ④ CPの組が存在しないときは図9の様に領域の間に包含関係が存在する可能性があるのを調べて α 、 β 間の配置順序を判定し⑦へいく。判定の結果は、「 α が β よりも手前にある」、「 β が α よりも手前にある」、「 α と β の間では配置順序が判定できない」のいずれかである。図9の場合は、 α が β よりも手前にあると考える。

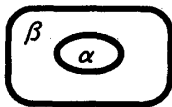


図9

⑤ CPの組が存在するときは、 β の輪郭線モデルから同様にして、 α に対応する頂点とそのCPの組を求める。

⑥ α の輪郭線モデルから得られたCPの組と、 β の輪郭線モデルから得られたCPの組から、 α と β の配置順序を隣接部分の端のDAから判定する。判定の結果は④と同様である。

⑦ 判定の結果から配置順序グラフに有向辺を加える。 α (β)が β (α)よりも手前にあると判定されたときは α (β)から β (α)へ有向辺をもうける。このとき、 β (α)にdummyから有向辺がある場合にはそれを削除する。 α と β の間では配置順序が判定できないときは配置順序グラフに対して何も操作をしない。

⑧ ④または⑥において配置順序が判定でき②で取り出された領域を表す頂点とそのCPの組を、 α の輪郭線モデルと②で取り出された領域を表す頂点に対応する輪郭線モデルからそれぞれ取り除く。

これは、隣接部分を取り除くという操作に対応する。

またこのとき、各輪郭線モデルにおいて、取り除いた頂点の前後の頂点と同じ領域(またはCP)を表す場合はそれをまとめて一つにしておく。

⑨ α の輪郭線モデルに領域を表す頂点が存在すれば②へ戻る。

⑩ ①から⑨の操作で生成された配置順序グラフには経路が存在する頂点間を短絡する有向辺が存在する可能性がある。このような辺をすべて削除する。

3.3 実行例

上記のアルゴリズムを図1(b)に対して適用した結果を図10を示す。

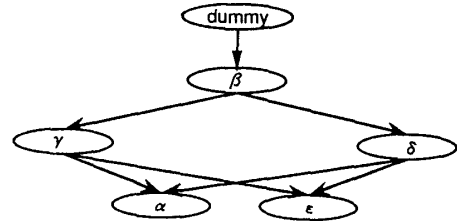


図10

4. おわりに

本報告では、入力データの各領域に対応する物体の視線方向における配置順序を、局所的な形状のみからグラフ化する手法を提案し、その簡単な例を示した。冒頭のシステムでは、配置の関係で同一の物体が複数の領域に別れている場合には、配置順序グラフの情報と入力画像から一つに統合され、配置順序グラフの対応する頂点も一つにまとめられる。この結果は、物体と領域が一对一に対応したグラフとなる。

今回提案した手法は図11の様な配置順序が複雑な場合には対応していない。今後はこのような複雑な場合に対応するようアルゴリズムの拡張を図りたい。

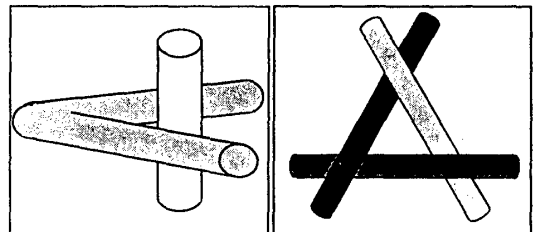


図11

参考文献

[1] 棚野, 安部, 北橋:
 "物体輪郭線の隠れ部分の予測復元と物体配置関係の認識"
 1990, テレビ学技法, VOL. 14, NO. 54 pp. 13-18

[2] Aho, A. V., M. R. Garey, and J. D. Ullman:
 "The transitive reduction of a directed graph"
 1972, SIAM J. Computing 1:2, pp. 131-137.

[3] Sahni, S.
 "Computationally related problems":
 1974, SIAM J. Computing 3:3, pp. 262-279.