

4 D-1

物体輪郭線形状に対する局所的制約による
隠れ部分の予測・復元

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

物体の一部が他の物体によって隠されている場合、人間は過去の経験から得られた知識を拠り所として、その隠されている部分の形状をおおまかに予測することができる。このとき人間が用いる知識は次の2種類に大別できると考えられる。一方は人間が持つ豊富な形状モデルであり、もう一方は物体形状の局所的特徴に関する一般的なルールである。そのうち、前者の認識機構に対応する、物体モデルを用いたトップダウン処理による物体認識は、対象物体を特定する必要性からその応用範囲が制限されるといえる。そこで筆者らは、後者の認識機構を実現する物体認識システムの構築を目的として、事前に対象物体のモデルを持つことなく、隠された部分の形状を予測する方法を提案する^{[1][2]}。

2. 物体認識システムの構成

2.1 システムの概要

システムの概要を図1に示す。

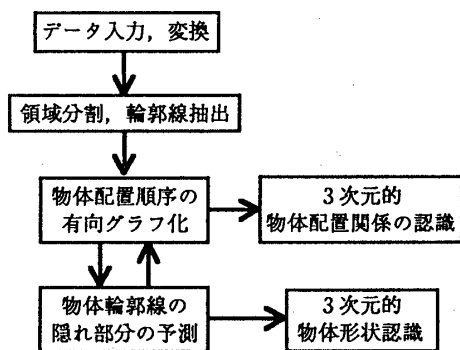


図1 物体認識システムの概要

2.2 色相データを用いた領域分割

上記システムの入力データには、カラー画像データを用いる。ここでは、RGB系の測定データから疑似的なマンセル表色系への変換を行い、色相データのヒストグラムに基づく領域分割処理を行う。色相データを用いる理由は、色相値が面の方向の違い等に起因する明るさの変化の影響を受けにくいことによる^{[3][4]}。領域分割の結果を用いて物体の輪郭線を抽出するという本手法の目的においては、色相値による分割が極めて良好な結果を与える。ここでは、色相値ヒストグラムでの初期分割時の閾値と、分割結果を画像データにまとめたものをそれぞれフ

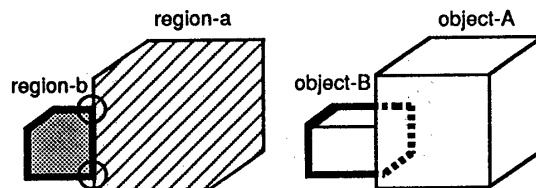
ァイルとして出力する。

なお、現段階では「物体」に対して全体が均一色であるという仮定を与えている。またさらに、色相データからは物体そのものの3次元的形状に関する情報は得られないので、3次元形状認識を行う際には他の属性値を用いる必要がある。

2.3 領域輪郭線の抽出と物体輪郭線

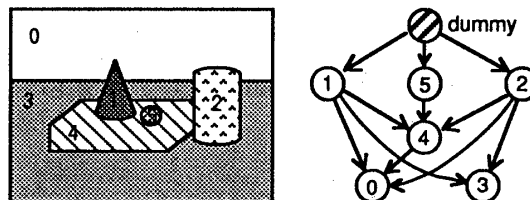
領域分割結果を参照しながら各領域の輪郭線を8連結近傍画素の追跡により抽出する。抽出された輪郭線データは、各領域ごとにまとめる。

ここで、画像内の各領域はそれぞれ物体に対応しているものとし、視点(カメラ位置)から見た物体のシルエット形状の輪郭線を「物体輪郭線」と呼ぶことにすると、一般に領域輪郭線は物体輪郭線に対応する。しかし、物体輪郭線の一部分が他の物体によって隠されている場合には、その部分において領域輪郭線との対応関係は失われる。(図2)



(a) 領域 b の輪郭線 (b) 物体 B の輪郭線
図2 領域輪郭線と物体輪郭線

物体輪郭線の形状は、物体の頂点に対応する点を除いて滑らかであると仮定する。このことは一般に領域輪郭線に対しても適用できるが、図2の丸枠で囲んだ部分では前方の物体に遮蔽されることによる領域輪郭線の曲折が生じる。この性質を逆に利用して、領域の隣接部分の端点における領域輪郭線形状から2物体の隠蔽関係を推測することを考える。



(a) 領域分割結果の例 (b) 物体配置順序グラフ
図3 物体配置順序グラフの作成

2.4 物体配置順序グラフ

前項で述べた考察をもとに、各隣接領域間の視線方向における局所的配置順序を求め、これを図3の例のように有向グラフ化する。さらに、得られたグラフから節点間を短絡する有向辺を取り除けば、グラフは視線方向の物体配置の階層的表現に準じたものとなる。

3. 隠れ部分の物体輪郭線復元

3.1 隠れ部分の予測・復元

前述のグラフと、隣接する2領域の隣接部分の端点付近における領域輪郭線の局所的形状とを参考にし、物体輪郭線の隠れ部分の存在を予測し、その形状復元を試みる。2領域の隣接部分にはそれぞれの領域輪郭線が隣接して存在するが、実際にはそれらは前方にある物体の輪郭線を表現しているにすぎない。従って、隣接部分における後方領域の輪郭線を除去した後、残された側の領域輪郭線を滑らかに延長し、予測輪郭線とする。本手法では、典型的な2領域の隣接パターンとして図4に挙げる4種類の分類を考え、この分類に基づいて処理を行う。

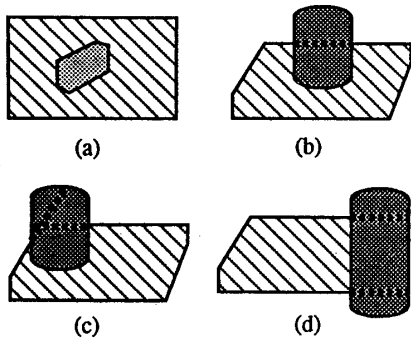


図4 2領域の隣接パターン

(d)については予測不可能とするが、後の処理可能性を残すため隣接領域内で領域輪郭線を延長し、これを「予測輪郭候補線」とする。

3.2 領域の統合

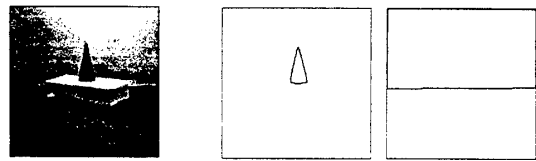
図5のように、対象物体の配置の関係で一つの物体が複数領域に分離されることがあり得る。このような場合に、同一物体に対応する複数領域は統合する。ここでは、色相値ヒストグラムによる分割で同一閾値内であった2領域が予測輪郭候補線を持ち、その予測輪郭候補線が近接して存在する場合を統合の対象とする。



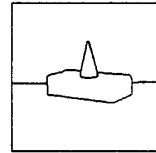
(a) 統合される2領域 (b) 予測輪郭線の決定
図5 領域統合の方法

4. 実験結果

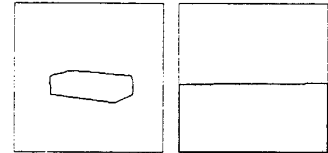
図6, 7に物体輪郭線復元の実行例を示す。



(a) 原画像

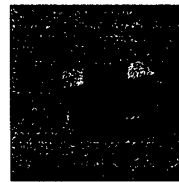


(b) 領域輪郭線

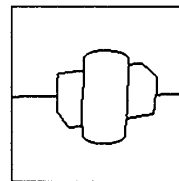


(c) 各物体輪郭線

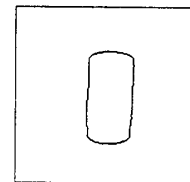
図6 実行例-1



(a) 原画像



(b) 領域輪郭線



(c) 各物体輪郭線

(背景領域は除く)

図7 実行例-2

5. おわりに

本報告では、領域間の隣接部分の端点における輪郭線形状をもとに物体輪郭線の隠れ部分を予測する手法について述べ、簡単な実行例を示した。今後の課題の一つとして、まず領域分割の高精度化が挙げられる。文献[4]においても指摘のあるように、一般に高彩度の色を色相値で分類することは容易であるが、極低彩度の色を色相値のみで分類することは処理に不安定な要素を残している。またさらに、3次元形状認識、あるいは配置順序グラフを用いた環境認識への応用などシステムの拡張を図りたい。

参考文献

[1] 北橋, 尹, 古林: “シルエットによる対象物認識”, 信学会, PRU研資料, PRU 89-100, 1990.
 [2] 若林, 安部, 北橋: “重複したシルエットの分離手法のNC加工プログラム自動生成への応用”, 情処学会全大 H2後期, 6-301-302, 1990.
 [3] 阿部, 柴崎, 中谷: “カラー画像の領域分割における領域統合処理”, 信学会秋期全大, D-370, 1990.
 [4] 富永昌治: “カラー画像の色分類と分割”, 情処学会論文誌, Vol. 31 No. 11, Nov. 1990.