

# 遺伝的アルゴリズムを用いた箱状物体の認識

1 K-8

橋本学

鷲見和彦

三菱電機株式会社 産業システム研究所

## 1 はじめに

複数の物体からなるシーンの認識は、コンピュータビジョンの分野における重要な課題のひとつである。従来からこの課題に対して、物体の面を単位として認識する方法<sup>[1]</sup>、線画をもとにして認識する方法<sup>[2]</sup>などが提案されている。これらの方法はいずれも次の2つのステップからなっている。

step 1: 画像から認識要素を抽出

step 2: 認識要素の最適な組み合わせの決定

これはシーン認識の基本的な考え方であるが、各ステップの処理内容については、現在のところ個々の具体的な課題に応じて heuristic に決定する方法が採られている。今回取り扱う課題は、何段かに積まれた箱状の物体からなるシーンを認識するものであり、物体が直線で記述しやすい、シーンは物体の2次元的な配置パターンの組み合わせとして解釈されるという特徴がある。

本論文では、この課題に対して step1 として Hough 変換を、step2 として遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) を適用した方法を提案し、実験によって本手法の有効性を検証する。

## 2 物体候補の抽出

図 1 に画像例を示す。2段に積まれた段ボールの箱が認識対象である。

認識要素としての物体候補抽出方法を説明する。まず、原画像から生成されたエッジ画像をもとに、Hough 変換<sup>[3]</sup>をおこなう。得られた  $\rho$ - $\theta$  平面を探索し、2本の平行線の組を多数抽出する。この時、モデルとして格納されている物体の寸法を利用する。さらに、平行線の組み合わせとして矩形パターン(2次元位置と姿勢)を抽出する。また各パターンの信頼度として、輪郭点列を用いたテンプレートマッチング<sup>[4]</sup>により、予め用意された物体の輪郭モデルとの類似度(信頼度)を求める。



図 1: 認識対象画像の例

## 3 GA によるシーンの解釈

### 3.1 アルゴリズム概要

複数の物体候補の望ましい組み合わせを求める方法として、GA<sup>[5]</sup>を用いたアルゴリズムを提案する。一般に GA は問題の性質が部分的に分かっており、かつ評価関数あまり複雑でない場合に有効であるとされており、今回の場合にあてはまる。一方、GA では最適化したい課題を如何に遺伝子にコーディングするかが重要な問題である。図 2 に、コーディング方法を示す。このように、遺伝子の各ビットは、シーン中の物体候補の存在有無(確率)を表現している。各遺伝子座は、物体が存在すれば 1、存在しなければ 0 とする。

GA の処理手順としては、ランダムに初期発生させた個体群から適応度に応じて遺伝子を選択し、交叉と突然変異操作によって次世代の個体を生成する。但し、交叉としては Uniform Crossover を、また突然変異としては 1 点の反転と 2 点の交換操作を組み合わせ用いている。

### 3.2 適応度の定義

適応度  $F$  として、以下のものを用いた。

$$F = w_H \cdot F_H + w_S \cdot F_S + w_I \cdot F_I + w_N \cdot F_N \quad (1)$$

ここで、 $F_H$  は抽出されたパターン寸法からより高い位置に配置されていると認識された物体ほど大きい値をとる。 $F_S$  は各物体候補ごとの物体の信頼度である。 $F_I$  は他の物体との相互干渉度合いのパラメータであり、

Recognition of Box Object using Genetic Algorithms  
Manabu HASHIMOTO and Kazuhiko SUMI,

<sup>0</sup>Industrial Electronics and Systems Lab.,  
Mitsubishi Electric Co.,

8-1-1 Tsukaguchi-honmachi, 661, Hyogo, JAPAN.

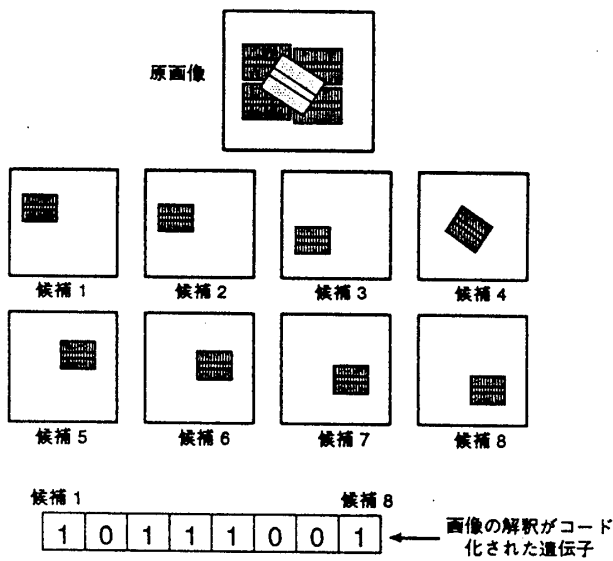


図 2: 物体候補の遺伝子へのコーディング

2 次元的に干渉が小さいほど大きな値をとる。 $F_N$  はシーンに含まれる物体の個数に関する指標で、シーン中に多くの物体を含む方が大きな値をとるようにした。これらは全て 0 から 1 の値を持つように正規化されている。 $w$  は重み係数である。

#### 4 実験と考察

図 1 に示した画像を用いて認識実験を行った。結果を、図 3 に示す。実験条件は、個体数 100、交叉率 0.9、突然変異率 0.5 とした。

図のように、8 個の物体が正しく認識されている。中央上部の物体が認識されていないのは、エッジ検出段階で輪郭が抽出されず、物体候補として成立しなかった理由による。本実験では、物体候補数は 33 であった。図 4 には、遺伝子適応度が世代交代によって変化する様子を記録したものである。平均適応度履歴は 600 回程度の世代交代で収束している。また、個体集団中の最大適応度が不連続に増加しているが、これは交叉や突然変異が有効に働いたことを意味する。

#### 5 おわりに

Hough 変換と遺伝的アルゴリズムを用いた箱状物体からなるシーンの認識アルゴリズムを提案した。step1 として Hough 変換以外の手法によって物体候補を求め、信頼度を定義することで、さらに適用範囲の広がる可能性がある。また、実験によって本手法が有効であることを示した。本手法のかかえる問題点としては、物体候補数が遺伝子長に相当するため、候補の多い場合に適応度計算に時間がかかることがあげられる。今後の課題とし

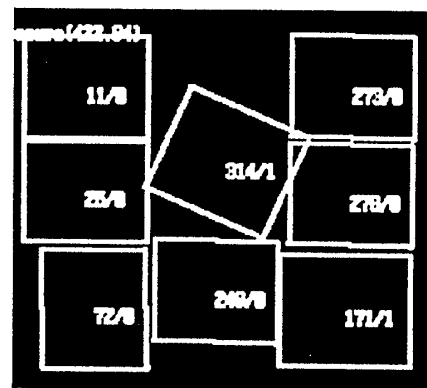


図 3: 認識された物体

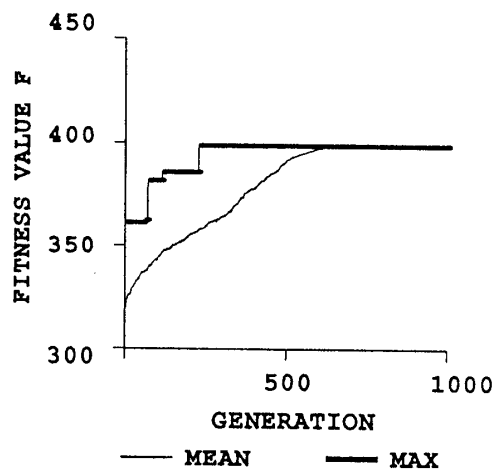


図 4: 遺伝子適応度  $F$  の履歴

て、遺伝子のコーディング方法の工夫や、他の最適化手法との比較検討を予定している。

#### 参考文献

- [1] 池内, "物体認識と認識プログラムの自動生成", 人工知能学会誌, Vol.4, No.1, 1989
- [2] 松原, 井上, "プロダクション・システムによる線画の解釈", 人工知能学会誌, Vol.1, No.1, 1986
- [3] Duda and Hart, "Use of the Hough Transformation to Detect Lines and Curves in Pictures", Comm. ACM, 15, 1, 1972
- [4] 橋本, 鷲見他, "輪郭点情報を用いた高速テンプレートマッチングアルゴリズム", 信学論 D-II, J74-D-II, 10, 1991
- [5] Goldberg, D.E, "Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning", Addison Wesley, 1989