

## カラー情景画像からの円形道路標識の抽出

3K-7

木村 英雄 内村 圭一 原口 誠 脇山 慎也

熊本大学

## 1 はじめに

近年, 交通事故防止に関する多くの研究が行われている [1]. 事故防止の 1 つの方法として, 車両前方の走行環境の認識機能を含めた運転支援システムの開発がある.

車両前方の環境情報の 1 つに道路標識がある. 本研究では, 昼間の道路情景カラー画像から規制標識などの円形の標識 (以下, 円形道路標識と称す) を抽出する. その際, 標識を画像内から探索するために遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: 以下, GA と称す) とクラスタリングを組み合わせた手法を提案する.

## 2 遺伝的アルゴリズム

GA は生物の進化過程から着想を得た確率的探索, 学習, 最適化の一手法であり, 選択・淘汰, 交叉, 突然変異の 3 つの遺伝子操作からなるアルゴリズムである. GA は遺伝子を持つ仮想的な個体の集団を計算機内に設定して, あらかじめ定めた環境に適応している個体の子孫を残す確率が高くなるように世代交代のシミュレーションを実行し, 遺伝子および個体集団を「進化」させ, 最終的に最適解を得ることができる.

## 3 道路標識抽出アルゴリズム

図 1 に全体の処理の流れを示す.

## 3.1 平滑化

本手法では, まず画像の平滑化を行う. 平滑化は画像のノイズ成分の除去を目的としている. 本研究では代表的な平滑化の手法である移動平均法を用いた.

## 3.2 個体表現

個体は 0,1 を 22 個並べた 1 次元配列で表現する. この 1 次元配列によって, 図 2 に示すように円の位置, 大きさ, 色を表す. すなわち個体の先頭 8bit と次の 8bit はそれぞれ円の中心の  $x$  座標,  $y$  座標を表し, 次の 5bit は円の半径に相当し, 最後の 1bit は色を表す.

## 3.3 適応度計算

## (a) 制約条件

本研究の適応度計算法では, まず 1 つの制約条件を

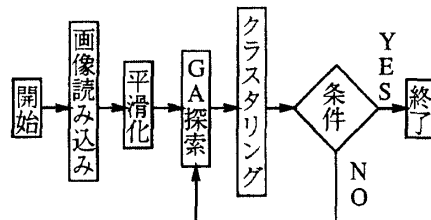


図1 本手法の処理手順

個体: 1001011001010101110011  
 $x$ 座標  $y$ 座標 半径 色  
 $x$ 座標:  $(10010110)_2 \rightarrow (150)_{10}$   
 $y$ 座標:  $(01010101)_2 \rightarrow (85)_{10}$   
 半径:  $(11001)_2 \rightarrow (25)_{10}$   
 色: 1  $\rightarrow$  青

“円の中心 (150,85), 半径 25, 青色”の円

図2 個体の表現例

与える. この制約条件の目的は, 正確に標識の縁を捕らえることである. 個体の表す円  $C_{cent}$  を準備し, この円上のすべての画素に対して, 隣り合う画素の  $r$  または  $b$  の値を比較し, 式 (1) に示すような条件を満たしているかどうか調べる. ここで  $r, b$  は, 赤色, 青色の色度座標であり, 画像の赤色, 緑色, 青色の濃度値である  $R, G, B$  を変換したものである.

$$|r_n^{C_{cent}} - r_{n-1}^{C_{cent}}| < \theta \text{ 又は } |b_n^{C_{cent}} - b_{n-1}^{C_{cent}}| < \theta \quad (1)$$

$\theta$ : しきい値

$X_n^{C_{cent}}$ : 円  $C_{cent}$  上の  $n$  番目の画素の  $X$  値,  $X = r, b$

個体が上記の制約条件を満たしていた場合は次項の適応度を計算し, 満たしていない場合は適応度は 0 とする.

## (b) 適応度

個体を表す円  $C_{cent}$  の他に 2 つの円  $C_{in}, C_{out}$  を準備する. これらは同心円であり, 円  $C_{in}$  の半径は円  $C_{cent}$  の半分, 円  $C_{out}$  の半径は円  $C_{cent}$  の 1.5 倍である. ここで, 式 (2), 式 (3) に示すような赤と他の色との差, 青と他の色との差を考える.

$$\begin{aligned} E_{R_n^{C_k}} &= (R_n^{C_k} - G_n^{C_k}) + (R_n^{C_k} - B_n^{C_k}) \\ &= 2R_n^{C_k} - (G_n^{C_k} + B_n^{C_k}) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} E_{B_n^{C_k}} &= (B_n^{C_k} - R_n^{C_k}) + (B_n^{C_k} - G_n^{C_k}) \\ &= 2B_n^{C_k} - (R_n^{C_k} + G_n^{C_k}) \end{aligned} \quad (3)$$

$k = cent, in, out$

Extraction of Circular Road Signs using Color Road Scene Images

Hideo Kimura, Keiichi Uchimura, Makoto Haraguchi, Shinya Wakiyama

Kumamoto University

$X_n^{C_k}$  : 円  $C_k$  上の  $n$  番目の画素の  $X$  値,  $X = R, G, B$

個体を表す円上の  $E_{R_n^{C_k}}$  又は  $E_{B_n^{C_k}}$  の値が大きく, かつ周囲の円との  $E_{R_n^{C_k}}$  又は  $E_{B_n^{C_k}}$  の差も大きい個体が優れた個体となるように, 式 (4), 式 (5) を計算し, その値の大きい方を式 (6) に示すように, 個体の適応度として用いる.

$$E_R = \sum_{n=1}^h \{E_{R_n^{C_{cent}}} + (E_{R_n^{C_{cent}}} - E_{R_n^{C_{in}}}) + (E_{R_n^{C_{cent}}} - E_{R_n^{C_{out}}})\} \quad (4)$$

$$E_B = \sum_{n=1}^h \{E_{B_n^{C_{cent}}} + 2(E_{B_n^{C_{cent}}} - E_{B_n^{C_{out}}})\} \quad (5)$$

$$E = \max(E_R, E_B) \quad (6)$$

### 3.4 クラスタリング

GA の”集団による探索”という特徴により, 唯一つの個体だけが最適解の近傍に存在するのではなく, いくつかの個体が最適解の近傍に存在し, さらにその他の個体も集団を形成しながら, 最適性を満たすいくつかの局所解近傍に存在することになる. よって, 各個体がどの局所解に存在しているかクラスタリングを行い, 各クラスタリングごとに最適解を取り出す. このようにして画像内の局所解をすべて得ることによって, 画像内に複数の標識があるときでも, すべての標識抽出が可能となる.

本研究では, 以下の手順でクラスタリングを行った.  
手順1: クラスタ中心  $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_{N_c}\}$  をとり, 個体を最も近いクラスタ  $S_i, i = 1, 2, \dots, N_c$  に分類する.

手順2: 1つも個体が分類されなかったクラスタがあった場合, そのクラスタ  $S_i$  を消滅させて  $N_c$  を1つ減らす.

手順3: 各クラスタの中で最も適応度の高い個体を次の世代のクラスタ中心とする.

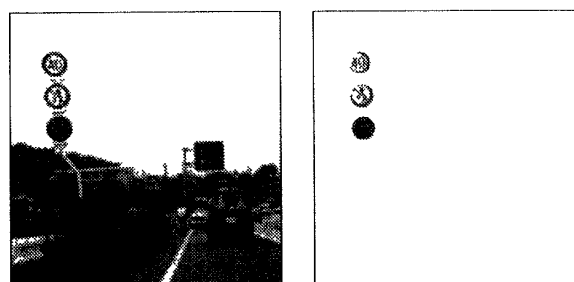
手順4: 繰り返し回数を数え, 手順1に戻る.

## 4 シミュレーション

### 4.1 実験結果

提案するアルゴリズムを実際の道路情景画像に適用して, 標識抽出のシミュレーションを行った. 扱う画像は晴れ 25 枚, 曇り 20 枚, 雨 5 枚の計 50 枚であり, ほとんどの画像には2つ以上の標識がある.

各画像に対して5回ずつシミュレーションを行った. カラー情景画像に対する処理結果の一例を図3に示す. 表1に実験結果を示す. ここでの抽出率とは, すべての画像内に存在する標識の総数に対する, 抽出し



(a) 原画像

(b) 処理結果

図3 カラー情景画像に対する処理結果の一例

表1 実験結果

|         | 全体   | 晴れ   | 曇り   | 雨    |
|---------|------|------|------|------|
| 抽出率 (%) | 87.4 | 84.8 | 88.7 | 97.5 |
| 成功率 (%) | 80.8 | 78.0 | 80.0 | 96.0 |

た標識の個数である. また, 1枚の画像内に存在するすべての標識を正しく抽出した場合に成功画像とし, それぞれの天気の種類画像に対する成功画像の割合を成功率とした.

### 4.2 検討

図3のように, 複数個の標識が存在するときでも, それらすべての標識を抽出することができた. しかし, 画像内のすべての標識を抽出せず, 標識外の領域を抽出した場合も少からずあった. この場合, 標識以外で赤や青のものを抽出していることが多かった. これは適応度計算の式 (4), 式 (5) で, 3つ又は2つの項を単に足し合わせているだけなので, そこに問題があるものと思われる. また, 標識の縁の色がはげて白っぽくなっていたり, 標識の一部が木などで隠れたりしている場合には, 抽出に失敗している場合が多かった. 表1より, 抽出率, 成功率共に雨, 曇り, 晴れの順に悪くなっている. 晴れの場合が一番結果が悪かったのは, 逆光の時に標識自体がほとんど黒色のような色で撮影されたためと思われる.

## 5 むすび

今回, GA とクラスタリングを組み合わせた手法を用いて道路情景画像中の円形道路標識の抽出実験を行った. この提案手法により, カラー画像から直接標識の抽出を行うことができた. 今後の課題としては, 標識の認識, 抽出精度向上のための適応度計算法等の改善, 円形以外の標識の抽出などが挙げられる.

### 参考文献

- [1] G. Piccioli, et al.: "Robust method for road sign detection and recognition", Image and Vision Computing, 14, pp.209-223 (1996)