

## 球面 SOM を用いた道路標識認識に関する研究

### 1 はじめに

車載カメラより道路情景画像を取得し、それらより運転者へ道路情報を伝える研究が活発に行われている。中でも道路画像から交通標識の部分を抽出し、それを識別する研究が注目されている[1]。その中で自己組織化マップ(SOM)を用いた標識識別が特に有効であることが示されている[2]。この SOM は多次元データを 2 次元上にマッピングする手法である。この SOM に関しては高い識別能力を有してはいるものの、マップの端部において正確な距離を反映していないという問題があった。これに対し近年、マップを 3 次元の球に写像し、この問題を解決した球面 SOM が提案されている[3]。本論文では従来の 2 次元 SOM による標識分類に対して、球面 SOM を用いた道路標識認識手法を提案する。

### 2 球面 SOM

球面 SOM は従来の SOM の出力ノードを 2 次元平面上に並べたものでなく、球面上に並べたものであり、SOM の問題点である、端が存在しない構造となっている。これにより、ノードの位置による隣接関係のばらつきは無くなり、各ノード間の関係を公平な立場で評価可能となる。また、平面よりも歪みの出にくい球面を使った可視化と、分類木を用いた分析も可能である。

### 3 球面 SOM を用いた道路標識の認識

提案手法の概略を図 1 に示す。まず、円形や菱形などの道路標識画像から標識領域を抽出し、次にその抽出画像の特徴を抽出する。ここで用いる特徴としては、標識に使われている色やサムネイルのラスタ画像などを用いることが可能である。抽出した特徴をデータ列として球面 SOM に入力して学習させ、生成したデータ列を球面 SOM 上にマッピングし、最近傍のラベルが認識結果となる。以下に球面 SOM に用いる特徴ベクトルの各要素の算出法について述べる。

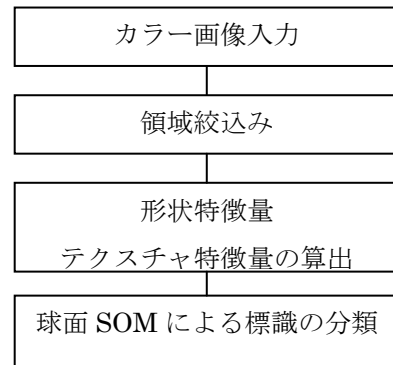


図 1. 道路標識認識の流れ

#### 3.1 形状特徴量

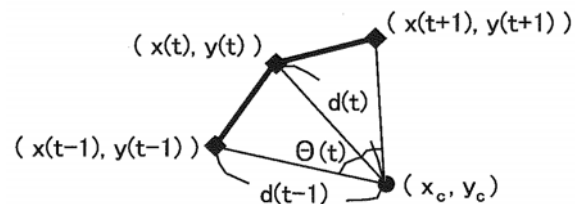


図 2 フーリエ記述子の概念図

本論文では、フーリエ記述子を形状特徴量として用いる。ここで扱うフーリエ記述子は、図 2 に示すように、ある領域の基準点  $(x_c, y_c)$  に対し周囲長  $T$  の座標点列  $(x(t), y(t))(t=0, \dots, T-1)$  までの距離  $d(t)$  を実数部、基準点に対する内角の角度変化量  $\theta(t)$  を虚数部にもつ  $z(t)$  を式 (1), (2), (3) によって表したものである。

$$z(t) = d(t) + j\theta(t) \quad (1)$$

$$d(t) = \sqrt{(x(t) - x_c)^2 + (y(t) - y_c)^2} \quad (2)$$

$$\theta(t) = \tan^{-1}\left(\frac{y(t)}{x(t)}\right) - \tan^{-1}\left(\frac{y(t-1)}{x(t-1)}\right) \quad (3)$$

#### 3.2 テクスチャ特徴量

領域の持つ重要な特徴の一つとして、色の 2 次元的な変化パターン、つまりテクスチャの特徴を同時生起行列によって表現する方法が考えられる。

本論文では同時生起行列から得られる 4 種類の特徴量を用いてテクスチャを表すベクトルとする。

以下に4種の定義式を表す。

(1) 角度別 2 次モーメント (Angular Second Moment)

この特徴量は画像中の変化の部分の割合を表す，式 (4) で定義される。変化が乏しいと  $P_\delta(i, j)$  に偏りが生じ， $f_1$  は大きい値を持つ。

$$f_1 = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} \{P_\delta(i, j)\}^2 \quad (4)$$

(2) コントラスト (Contrast)

局所的な変化が大きい場合に  $f_2$  は大きい値を持つ，式 (5) で定義される。

$$f_2 = \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} (i - j)^2 P_\delta(i, j) \quad (5)$$

(3) 相関 (Correlation)

式 (6) で定義され，画像内に一様な部分が多い場合には  $f_3$  は大きい値をとり，全体にランダムノイズが多い場合には  $f_3$  は小さくなる。

$$f_3 = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{n-1} ijP_\delta(i, j) - \mu_x \mu_y}{\sigma_x \sigma_y} \quad (6)$$

(4) 分散 (Variance)

本論文では  $i$  方向に関する分散を用いることとし，式 (7) で定義される。

$$f_4 = \sigma_x^2 \quad (7)$$

35 種類の標識に対し，上記で示した形状特徴量 5 次元，テクスチャ特徴量 8 次元の計 13 次元の入力ベクトルを用い球面 SOM の構築を行う。

#### 4 検証実験

提案手法の有効性を確かめるため検証実験を行った。実験は小原らが用いた画像データ群である，44 種類のパターン画像，昼間に撮影された逆光・

表 1 道路標識を表すラベル (一部)

種別	ラベル
駐車禁止	20
一方通行	30
:	:
横断歩道	50
左方屈曲あり	61

順光を含む 200 枚の道路情景画像から切り出した 275 個の実画像を用いた。なお，35 種の道路標識に表 1 に示す 2 けたの数字でラベルを付している。

球面 SOM による分類結果を図 3 に示す。

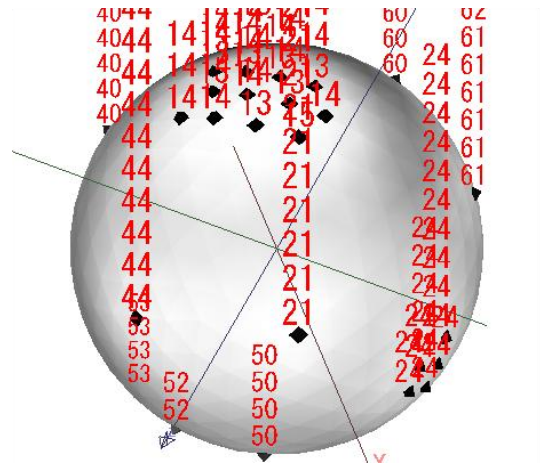


図 3 球面 SOM による分類結果

図 3 より 275 枚の実画像に対して誤分類されているのは 34 個であることが確認され，正解率は  $241/275$  で 88% の正解率という結果を得た。

#### 5 結論

本論文の提案手法を検証した結果，球面 SOM において，最も近いラベルを選択する方法においては，従来手法[2]より正解率が向上し，他の手法との比較において最も高い正解率が得られた。

#### 参考文献

[1] 山内，高橋，“輪郭ベクトルの追跡による道路標識の認識”，映像情報メディア学会論文誌，Vol. 57, No. 7, pp. 847-853, 2003.

[2] 小原，金川，“SOM による色・形状・テクスチャ特徴量を用いた道路標識の分類”，日本知能情報ファジィ学会誌，Vol. 19, No. 5, pp. 466-475, 2007.

[3] 中塚，他，“球面 SOM の性質とその応用例”，信学技報，NC2004-23, Vol. 104, No. 139, pp. 67-72, 2004.

[4] 解飛，他，“球面 SOM を用いた道路標識の識別”，平成 20 年度電気・情報関連学会中国支部第 59 回連合大会講演論文集，p. 477 (1404-3), 2008.