

## 画像の固有パターンに関する一考察

小杉山 格，早野 誠治，齋藤 兆古（法政大学大学院）

堀井 清之（白百合女子大学）

### A Study of Image Eigen Pattern

Toru KOSUGIYAMA, Seiji HAYANO, Yoshifuru Saito and Kiyoshi HORII

#### ABSTRACT

We have proposed the Eigen pattern method, which makes it possible to carry out the computer watching, diagnosis, discrimination, inspection etc. on fully automated security and inspecting systems. Since our Eigen pattern method is based on the color information of distinct target, then it is possible to cognize when confronting to the geometrically deformed target having the same color information. On the other side, our Eigen pattern method could not distinct the different targets having the same color information. To remove this difficulty, we propose here a geometrical Eigen pattern method based on the Fourier cosinusoidal transform. As a result, it is revealed that fairly good cognition rate can be obtained by this geometrical Eigen pattern method.

**Keywords:** Eigen pattern, Spatial frequency, Computer watching system

#### 1. 緒 論

筆者らはセキュリティ，工程管理システムなどに於ける機械監視，機械診断，機械識別，機械検査などを可能とする画像の固有パターン法を提唱してきた．この固有パターン法は画像を構成する画素の濃淡分布情報に基づいているため，対象画像が変形しても対応可能な特徴を持つ．逆に，画素の濃淡分布情報が同一で異なる画像が識別不能となる欠点を持つ．

この問題点を克服する一方法として，画像の幾何学的情報を表す空間周波数特性を用いて画像の固有情報を抽出する方法を検討している．すなわち，画像を構成する画素の濃淡分布情報と画素の空間的配置情報の両者を持つ新しい画像の固有パターン法を考える．

本報告では，空間周波数固有パターン法に関する基礎的考察に関して報告する．

#### 2. 画像の固有パターン

##### 2.1 色成分固有パターン

画像の色成分固有ベクトルは，画像中の R(赤)成分の量，G(緑)成分の量，B(青)成分の量によって与えられ，1画像に対して3組得られる．具体的には式(1)に示すようにR成分の1から255までの色成分強度値が画像全体でそれぞれ何画素存在するかを計算し，R成分の強度値分布をヒストグラムとして得る．このR成分ヒストグラムをR成分固有ベクトル  $E_R$  と呼ぶ．

$\text{Count}[* , p]$ は括弧内の集合における数値  $p$  の個数を数え上げる演算を表すとして， $E_R$ は次式で与えられる．

$$E_R = \text{Count}[R, p] \quad p = 1, 2, 3, \dots, 255 \quad (1)$$

G成分，B成分についても同様にして色成分固有ベクトルを導出する．画像の特徴量である固有パターンを  $E$  とすると，色成分固有パターン  $E$ はRGB各成分ベクトルで構成され，式(2)で表される<sup>1)</sup>．

$$E = [E_R, E_G, E_B] \quad (2)$$

Fig.1にサンプル画像とそのRGB固有パターンを示す．

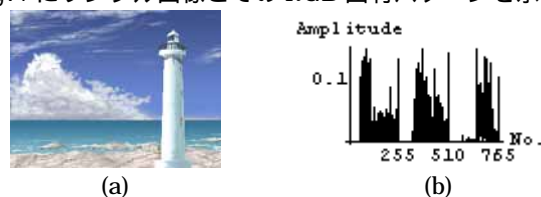


Fig.1 Visualized Image and Its Eigen Pattern  
(a)Static Image, (b)RGB Eigen Pattern

##### 2.1 空間周波数固有パターン

筆者らは画像中の空間周波数成分を抽出する手法として，画像データを2次元フーリエ変換し，そのパワースペクトラムをモノクロ画像と見なし，濃淡値情報を用いて識別を試みてきた<sup>2)</sup>．しかし，単純な2次元フーリエ変換は独立な空間周波数情報が全サンプル数の25%へ削減する．また，数値の桁落ち問題も喚起した．

このため，本報告ではフーリエ余弦変換を周波数成分抽出に用いる．フーリエ余弦変換は周波数領域の全データを独立な情報として取り扱うことを可能とする．さらに，数値の整数化に伴う桁落ちを削減するため，空間周

波数のパワースペクトラムから直接 1 次元化し、周波数固有パターンを得る。Fig.2 に、Fig.1 のサンプル画像の空間周波数余弦パワースペクトラムと、原点を含む 16x16 画素領域の周波数パワースペクトラムを切り出して作成された周波数固有パターンを示す。

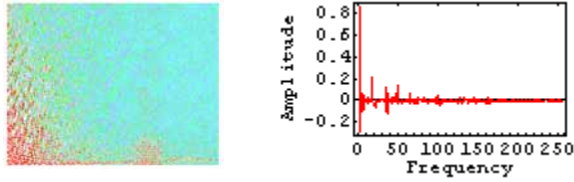


Fig.2 (a) Fourier Cosinusoidal Spectrum Distribution and (b) Eigen Pattern derived from 16 by 16 pixels region at an origin.

### 3. 周波数固有パターンの応用

本論文における画像認識とは、予め複数の画像から周波数固有パターンを抽出しデータベースを構築しておく。その後、認識対象として与えられる未知の入力画像の周波数固有パターンを抽出し、データベースと入力画像間の固有パターンの一致性を線形システム方程式で評価し、入力画像をデータベース中の何れかの画像と同定する。

周波数固有パターンベクトルを  $E$  として、 $n$  個の画像データからシステム行列  $C$  を構築すると、システム行列  $C$  は、

$$C = [E_1, E_2, E_3, \dots, E_n] \quad (3)$$

で与えられる。従って、入力画像の周波数固有パターンを  $E_x$  とすると、次の線形システム方程式が得られる。

$$E_x = C \cdot X \quad (4)$$

式(4)における  $X$  は、画像データベースの各固有パターンの重みを要素とする  $n$  次のベクトルである。画像の周波数成分による固有パターンの次数を  $m$  とすると、次数  $m$  は、画像データベースに格納された固有パターンの個数  $n$  よりも大きいと仮定すれば、システム行列  $C$  が  $m$  行  $n$  列の縦長の長方形列となり、解ベクトル  $X$  の導出に最小自乗法を適用することができる<sup>2)</sup>。

$$X = [C^T C]^{-1} C^T E_x \quad (5)$$

式(5)で最大値をとる要素から画像は同定・認識される。

### 4. 動画像認識

空間周波数成分による固有パターンと線形システム方程式を用いた静止画像認識手法を動画像認識へ一般化する。動画像は複数のフレーム画像データによって構成されるので、フレーム画像データ全体を通して固有パターンとなる特徴量を抽出する必要がある。本報告では、各フレーム画像から空間周波数成分を算出し、全フレームを時系列方向に加算し動画像の固有パターンとする。

$$E_{dynamic} = \sum_{i=1}^n (frame\ spectrum)_i \quad (6)$$

Fig.3 に人物の動画像とその空間周波数による固有パターン例を示す。また、Table.1 に各固有パターンにおける認識結果の比較を示す。

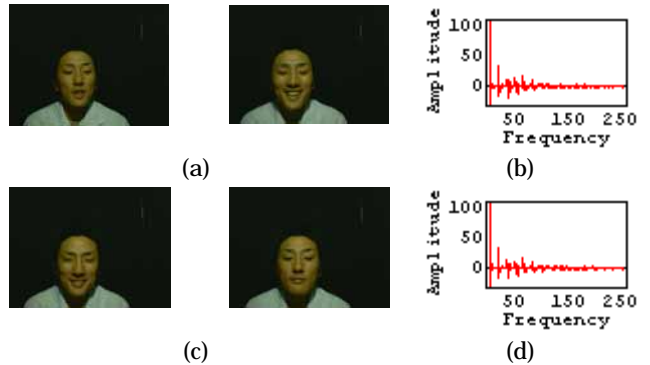


Fig.3 (a),(c) Dynamic Images and (b),(d) Their Eigen Patterns by Spatial Frequency.

Table.1 Cognition Results (10 Samples)

Eigen Pattern	Vector Order	Cognition Rate
RGB Eigen Pattern	765	100%
16 by 16 Spatial Frequency Eigen Pattern	256	90%
All Spatial Frequency Eigen Pattern	76800	100%

### 5. まとめ

本論文では、可視化情報として静止画像の持つ空間周波数成分に着目し、フーリエ余弦変換による周波数パワースペクトラムから導かれる画像の空間周波数固有パターン法を提案した。さらに、空間周波数固有パターンは個々の画像を十分に識別可能とする情報であることを示した。また、本手法を静止画像から動画像へ拡張した。すなわち、各フレーム画像の空間周波数成分を加算することで動画像全体を通じた固有な特徴量とした。実際の同定・認識試験の結果から、フーリエ余弦変換で得られるパワースペクトラムを用いた周波数固有パターン法は、微小な周波数変化を生じる人物認識よりも、規則的に動く機械的物体認識へ適用すれば良好な精度が期待されることが判明した。

### 参考文献

- 1) 佐藤隆紀, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之: 知的可視化情報処理による動画像認識, 可視化情報学会誌, Vol.22, No.1 (2002) pp.243-246.
- 2) 小杉山格, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之: 可視化画像の幾何学的複雑さ抽出の試み, 可視化情報学会誌, Vol.25, No.1 (2005) pp.67-70.