

# 色情報を利用した知的動画像認識

丸山 和夫 , 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)

## Smart Dynamic Image Cognition by Means of the Color Information

Kazuo MARUYAMA, Seiji HAYANO, Yoshifuru SAITO and Kiyoshi HORII

### ABSTRACT

Most of the conventional image cognition methodologies are based on the geometrically singular points extraction such as eyes in human face. When applying these conventional image cognition methods to the geometrically deformed targets, it is difficult to cognize them exactly. In order to overcome this difficulty, we have previously proposed a new image cognition methodology based on the color information extracting strategy. In the present paper, we apply this new color information approach to the dynamic image cognition. To improve the cognition reliability of the color information based method, we propose the multi CCDs(Charge Coupled Device) method. As a result, we have succeeded in working out a new dynamic image cognition method having decision capability of correct or incorrect cognized result.

**Keywords:** Dynamic image cognition, Eigen pattern, Least squares method, Multi-CCD

### 1. 緒 論

本論文で提案する画像認識は、CCD(Charge Coupled Device)カメラを装着した計算機に人間の視覚情報処理能力を与えることを究極の目標としている。画像を計算機によって人間と同等に認識させることが可能であれば、人間の脳が行う視覚情報処理を計算機が代行可能であることを意味し、産業のオートメーション化や建築物などのセキュリティシステムなど、人間の視覚情報処理を必要とする分野へ全て機械に代行させることが可能である。従来、多くの画像認識技術は、対象の幾何学的特異点抽出に基づいた手法が一般的で、対象の幾何学的変形に対応不可能であり、人間の情報処理能力には到底及ばない。これらの現状を鑑み、我々はこれまでに画像の色情報を利用した全く新しい画像認識手法を提案し良好な精度で画像認識が可能であることを既に報告した<sup>1)</sup>。

本論文では、計算機に取り込まれた画像から、画素数、配置、変形等に関係となる画像の普遍量を抽出する概念を導入し、計算機自身によって画像を認識させる方法を提案する。ここで我々が認識の対象とする画像は、人間が視覚可能な形態の可視化情報である。画像は2次元平面スクリーン上の画素(pixel)で表され、画像を構成する画素は可視光の波長によって赤(R)、緑(G)、そして青(B)の成分を持ち、数値として表される。さらに、いわゆる動画像は静止画像を時系列上に一定の間隔で静止画像

を表示させているものに他ならない。これらの画像はスクリーン上の画素のRGB成分の幾何学的配置で表現されるため、画素数や基準座標(視点)や形状の変化に依存する性質を持つ。このような性質を削減した画像の普遍量を本論文では画像の固有パターンと呼び、この画像の固有パターンを用いて動画像認識を試みる<sup>2)</sup>。

本論文の構成は、最初に静止画像から固有パターンを抽出する手法について述べ、次に抽出された固有パターンの一貫性評価手法について述べる。さらに静止画像認識手法を動画像認識手法に拡張する方法を述べ、最後に複数 CCD カメラを用いた新画像認識法を提案し、新画像認識法が認識結果の妥当性を判断する機能を有することを報告する。

### 2. 静止画像の固有パターン

#### 2.1 画像の色成分

計算機に取り込まれた画像は画素の集合であり、各画素は R, G, B 色成分で構成される。すなわち、m, n をそれぞれ x, y 直行座標系の x, y 方向の画素数とすれば、画像データを m×n 次のベクトルとして扱うことができる。ベクトルとして表現されたカラー画像データにおける第 k 番目の画素の R, G, B 成分を  $R_k, G_k, B_k$  とすると、画素は式(1)で表される。

$$\begin{aligned} image &\in pixel_{i,j} \\ pixel_{i,j} &\in R_k, G_k, B_k \end{aligned} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, m \quad j = 1, 2, 3, \dots, n \quad k = 1, 2, 3, \dots, m \times n$$

## 2.2 カラー画像の固有ベクトル

カラー画像の固有パターンは、画像中の R 成分の強度値、G 成分の強度値、B 成分の強度値で与えられ、1 画像に対して 3 組得られる。R 成分分布を  $I_R$  とすると、

$$I_R \in R_k \quad k = 1, 2, 3, \dots, m \times n \quad (2)$$

与えられる。次に R 成分分布  $I_R$  をダイナミックレンジ  $D$  の分布に正規化した正規化 R 成分分布  $I_R^D$  を式(3)で定義する。 $Round[*]$  は括弧内の値を整数化する演算、 $Max[*]$  は括弧内の集合における最大値の要素を求める演算を示す。

$$I_R^D \in Round \left[ D \times \frac{R_k}{Max[I_R]} \right] \quad (3)$$

$$k = 1, 2, 3, \dots, m \times n$$

次に、式(3)で求められたダイナミックレンジ  $D$  の正規化 R 成分分布  $I_R^D$  において 1 から  $D$  までの数値の出現頻度を求めヒストグラム化する。 $Count[* , p]$  は括弧内の集合における数値  $p$  の個数を数える演算である。

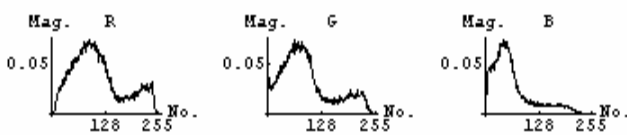
$$E_R \in Count[I_R^D, p] \quad p = 1, 2, 3, \dots, D \quad (4)$$

式(4)で求められた  $E_R$  を R 成分固有ベクトルと言う。G 成分、B 成分についても同様にして固有ベクトルを算出する。

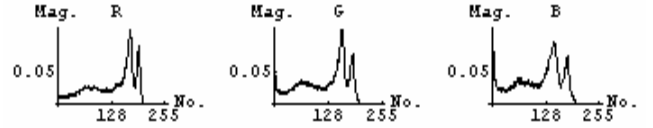
## 2.3 固有パターン

固有パターンを  $E$  とすると固有パターン  $E$  は R 成分固有パターン、G 成分固有パターン、B 成分固有パターンの 3 個の固有パターンの集合からなり式(5)で与えられる。Fig.1 に静止画像の固有パターンの 1 例を示す。Fig.1 から、画像はそれぞれ独自の固有パターンを持つことがわかる。

$$E \in E_R, E_G, E_B \quad (5)$$



(a)



(b)

Fig.1 (a), (b) Sample Images and their RGB Eigen Patterns

## 3. 固有パターンの一致性評価法

本論文における画像認識とは予め複数の画像から固有パターンを抽出し、データベースを構築しておき、次に入力画像の固有パターンを抽出し、最小自乗法を用いてデータベースと入力画像それぞれの固有パターン間の一致性を評価し、入力画像の同定を行う。

### 3.1 データベース

例として  $n$  個の画像データから固有パターンを抽出しデータベースを構築する。

それぞれの画像データは R 成分固有パターン、G 成分固有パターン、B 成分固有パターンの 3 個の固有パターンを持つ。よってこれらの 3 個の固有パターンは式(6)のシステム行列を構築可能とする。

$$\begin{aligned} C_R &= [E_{R1}, E_{R2}, E_{R3}, \dots, E_{Rn}] \\ C_G &= [E_{G1}, E_{G2}, E_{G3}, \dots, E_{Gn}] \\ C_B &= [E_{B1}, E_{B2}, E_{B3}, \dots, E_{Bn}] \end{aligned} \quad (6)$$

### 3.2 線形システム方程式

入力画像データの R、G、B 成分固有パターンをそれぞれ  $E_{YR}$ 、 $E_{YG}$ 、 $E_{YB}$  とすると R、G、B 成分の線形システム方程式は式(7)で表すことができる。 $X_R$ 、 $X_G$ 、 $X_B$  は解ベクトルであり、式(6)を構成する固有パターンの重みに対応し、解ベクトルの要素で最大値をもつ要素が残りの要素に対して相対的に値が大きいほど、入力画像データと式(6)を構成する特定の固有パターンが等しいことを意味する。

$$\begin{aligned} E_{YR} &= C_R \cdot X_R \\ E_{YG} &= C_B \cdot X_G \\ E_{YB} &= C_B \cdot X_B \end{aligned} \quad (7)$$

### 3.3 解ベクトル

固有パターンの要素数はダイナミックレンジ  $D$  によって決まり、本論文では 0 から 255 の 256 段階の範囲で構成している。データベース数  $n$  よりも固有パターンの要素数の方が大きいと仮定する。すなわち、式(7)のシステム方程式から解ベクトル  $X_R$ 、 $X_G$ 、 $X_B$  を求めることは不適切問題を解くことに帰する。この不適切問題の解法として本論文では最小自乗法を採用する。解ベクトル  $X_R$ 、

$X_G, X_B$ の導出は式(8)で与えられる。

$$\begin{aligned} X_R &= [C_R^T C_R]^{-1} C_R^T E_{YR} \\ X_G &= [C_G^T C_G]^{-1} C_G^T E_{YG} \\ X_B &= [C_B^T C_B]^{-1} C_B^T E_{YB} \end{aligned} \quad (8)$$

式(8)より得られた R, G, B 解ベクトル  $X_R, X_G, X_B$  を畳み込み演算し, 解ベクトル  $X$  を得る。\* は畳み込み演算を示す。

$$X = X_R * X_G * X_B \quad (9)$$

式(9)で最大値を取る要素から静止画像は認識する。

#### 4. 動画像認識

R, G, B 成分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。動画像は静止画像を時系列に並べた一連の画像であり, 現在一般的に使われているビデオカメラや CCD カメラは 1 秒間に 29.97 枚のフレーム画像を撮影可能である。これは, 動画像認識を静止画像認識法で行うには, すべてのフレーム画像による画素値分布から画像の普遍量を抽出する必要があることを意味する<sup>2)</sup>。

すべてのフレーム画像を 1 画像へ合成し, 合成画像から R, G, B 成分固有パターンを抽出する。

R, G, B 成分固有パターンは配置, 角度, 変形などの影響を受けない性質を持つので, 対象物が移動や変形をしても認識が可能である。Fig.2 に同一人物で異なる動きをしている動画像の固有パターンを示す。R, G, B 成分固有パターンは表情の変化(動き)に影響されない性質を持つ事が確認できる。

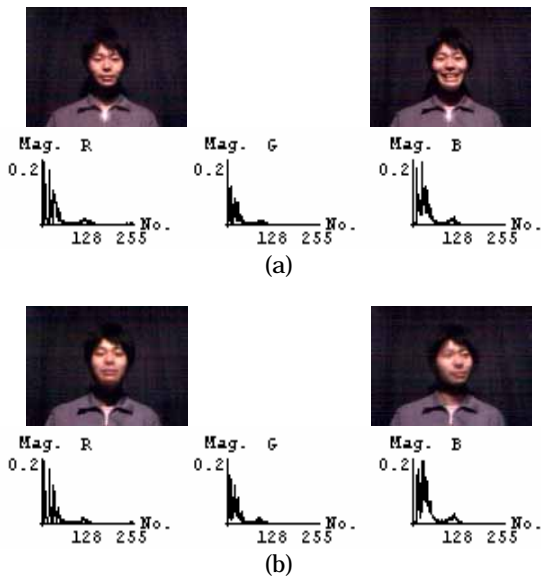


Fig.2 (a), (b) Sample Dynamic Images and their RGB Eigen Patterns

#### 5. 複数 CCD カメラを用いての動画像認識

さらなる認識率の向上と認識結果の妥当性を計算機で判定可能とするために R, G, B 固有パターンと線形システム方程式を利用した動画像認識を 3 台の CCD カメラを併用して行う。

##### 5.1 方法

CCD カメラ 1, CCD カメラ 2, CCD カメラ 3 を, それぞれ認識対象物に対して異なる角度から撮影できるように配置し, 3 台の CCD カメラでそれぞれ動画像認識をおこない, 独立した 3 個の解ベクトル  $X$  を求める。3 個の解ベクトルを成分毎に比較し 2 個或いは 3 個等しい解が得られたならば, その解は信頼性があると判断され, 正しい解(solution)として決定する。また 3 個の解ベクトルを成分毎に比較した結果, すべて異なる解が得られた場合, その解は信頼性がなく認識不能と判断する。

##### 5.2 認識結果

3 台の CCD カメラを用いて動画像人物認識を行った。Fig.3~Fig.5 は認識対象動画像 Fig.6~Fig.8 はデータベース動画像をそれぞれ示す。Table 1 は 3 台の CCD カメラの個々の認識結果を示し, Table 2 は 3 台の CCD カメラより得られた最終的な認識結果(solution)を示す。

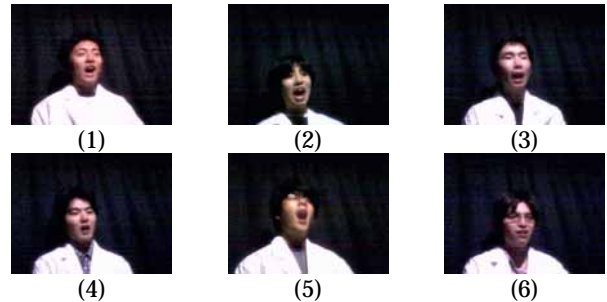


Fig.3 Test Dynamic Images by CCD 1

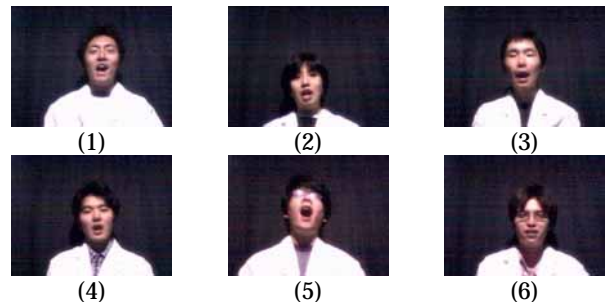


Fig.4 Test Dynamic Images by CCD 2

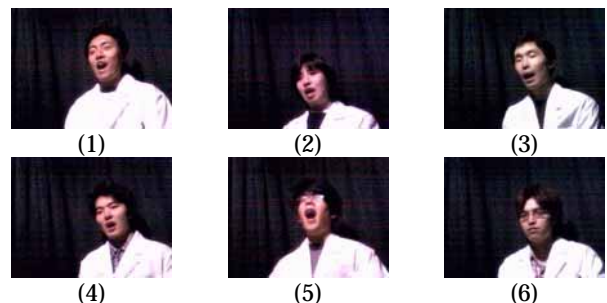


Fig.5 Test Dynamic Images by CCD 3

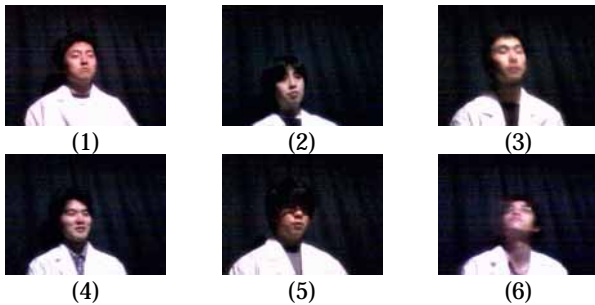


Fig.6 Database Dynamic Images by CCD 1

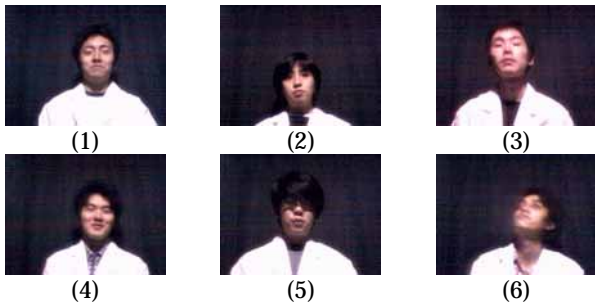


Fig.7 Database Dynamic Images by CCD 2

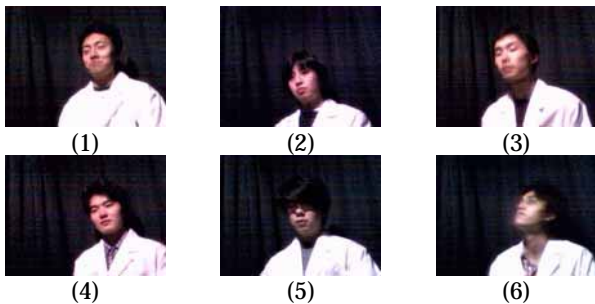


Fig.8 Database Dynamic Images by CCD 3

ができた .また信頼性のない結果の識別が可能となった .

## 6 .まとめ

本論文では画像の普遍量を R , G , B 色成分より構成する手法を提案し , 画像の固有パターン抽出手法を述べた . 入力画像から抽出された固有パターンを線形システム方程式の入力ベクトルとして解が求まる . 線形システム方程式は不適切であるため , 疑似逆行列を得る方法として最小自乗法を採用した . 動画を合成静止画像として扱うことで , 静止画像の画像認識手法を動画認識へ一般化した . さらに , 動画認識に 3 台の CCD カメラを併用することで , 信頼性の向上のみならず同定結果の妥当性を判断する方法を提案した . その結果 , 本論文で提案した方法は極めて人間の視覚情報処理能力に近い識別能力を有することを明らかにした .

## 参考文献

- 1) 若林 健一 , 早野 誠治 , 齋藤 兆古 : ウェーブレット変換を用いた画像の固有パターン認識 , 可視化情報学会誌 , Vol .20 , No.1 (2000) pp.133-136 .
- 2) 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認識 , 可視化情報学会誌 , Vol .22 , No.1 (2002) pp.243-246 .

Table 1 Result of Dynamic Image Cognition by 3 CCD

	CCD1	CCD2	CCD3
Person1	Person1	Person1	Person1
Person2	Person2	Person2	Person2
Person3	× Person6	× Person5	× Person4
Person4	Person4	Person4	Person4
Person5	× Person4	Person5	× Person3
Person6	× Person5	Person6	Person6

Table 2 Overall Result of Dynamic Image Cognition by 3 CCD

	SOLUTION
Person1	Person1
Person2	Person2
Person3	Not
Person4	Person4
Person5	Not
Person6	Person6

3 台の CCD カメラを併用することにより , Table 2 から判るように誤認識がなく信頼性のある結果を得ること