

C 2 1 2

赤外線動画像の識別*

高 翔[○], 齋藤 兆古(法政大学), 堀井 清之(白百合女子大学)Dynamic Infrared Image Cognition
Xiang GAO, Yoshifuru SAITO and Kiyoshi HORII

ABSTRACT

The paper proposes one of the methods of dynamic infrared image cognition based on the Fourier cosinusoidal transform of dynamic images. Previously, we have proposed a method of cognizing the color dynamic images based on Fourier cosinusoidal transform. In the present paper, we apply our previously proposed method to the infrared dynamic images in order to identify the behavior of each of the persons without any lighting condition. As a result, it is revealed that a fairly good cognition rate over 90% could be obtained.

Keywords: Eigen pattern, Fourier cosinusoidal transform, Dynamic infrared image cognition

1. 緒 論

現代社会において、犯罪の凶悪化及び増加などにより、セキュリティに対する意識が高まって来ており、防犯の観点で、繁華街や住宅街などの監視に適したカメラの設置のニーズが高まりつつある。赤外線カメラは暗闇の中にある物体や霧や煙などの向こう側にある物体を透過して撮影することが可能であり、可視光が得られない状況で広く用いられている。状態監視システム、特に可動機器の熱分布のダイナミックな変化を利用した事故・破損予知を究極の目的とした機械監視システム構築を試みている。

最初に、本論文では、筆者らが既に報告したデジタルビデオカメラを使って撮影した動画像からフーリエ余弦変換による動画像の幾何学的特徴抽出する方法について述べる。次にテスト画像とデータベース画像の一致性評価を最小自乗法で行う手法に関して述べ、最後に本手法を赤外線動画像の識別に適用した結果について述べる。その結果、赤外線 CCD カメラを使って微弱な可視光の環境下で撮影した赤外線動画像に対して 90% 以上の識別率が達成できた。

2. 動画像認識の一致性評価法

1 画像を構成する R, G, B 各成分の 2 次元画素値分布をフーリエ余弦変換し、フーリエ余弦スペクトラムの原点近傍の 16×16 要素のみを取り出し、1 次元配列へ並べ替え、1 画像の幾何学的(空間周波数)固有パターン(Frame spectrum)₁ とする。^{1, 2, 3)}

本論文において、動画像認識とは空間周波数成分が構成する動画像の幾何学的固有パターンを用いて静止画像認識手法へ適用し、静止画像認識手法を動画像認識へ広

張することを意味する。

動画像は複数のフレーム画像によって構成される。従って、フレーム画像全体を通して幾何学的固有パターンとなる特徴量を抽出する必要がある。このため、式(1)により各フレーム画像から空間周波数情報を算出し、全フレームのスペクトラム情報を時系列方向に積分し、動画像の幾何学的固有パターン(以下、固有パターンと略す)とする。

$$E_{geo,mono} = \sum_{i=1}^n (Frame \ spectrum)_i \quad (1)$$

本研究において提案する動画像認識手法は、予め複数の動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く。その後、認識対象として与えられる未知の入力動画像から固有パターンを抽出し、データベースと入力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、入力動画像をデータベース内のいずれかの動画像と同定するものである。R, G, B 各成分が収められた固有パターンを E とし、 n 個の動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 は式(1)で与えられる。

$$C = [E_1, E_2, E_3, \dots, E_n] \quad (2)$$

従って、入力動画像の固有パターンを E_x とすると、線形システム方程式(3)が得られる。

$$E_x = C \cdot X \quad (3)$$

式(3)における X は、データベース画像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。固有パターンの次数を m とすると、 $n = m$ でない限りシステム行列

C は m 行 n 列の長方形行列となるので、式(3)は不適切な線形システム方程式となる。本論文における動画像の幾何学的固有パターンの次数 m が、動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 列の縦長の長方形行列となり、近似解ベクトル X は式(4)の最小自乗法によって与えられる。

$$X = [C^T C]^{-1} C^T E_x \quad (4)$$

式(4)において最大値をとる要素が認識された動画像を示す。^{3,9)}

3. 赤外線動画像へ応用

3.1 赤外線

赤外線は可視光外の長波長領域に分布し、すべての温度エネルギーを有する物体から放射される光である。一般に、赤外線は目に見えないため、可視光の明るさ、暗さに依存しない。また、物体が放射する光の全エネルギー、波長と物体の温度の間には相関関係があり、温度が高い物体は、放射される赤外線の全エネルギーが多く、波長が短い赤外線を多く放射する。従って、物体から放射される特定波長の赤外線の強度を測定することによって物体の温度が測定できる。

3.2 赤外線動画像の識別

通常、人の体温は 36 度程度であり、赤外線カメラによって人の検知が可能である。ここでは、理論の検証実験として、簡単な規則的な動作の赤外線動画像識別を行った。

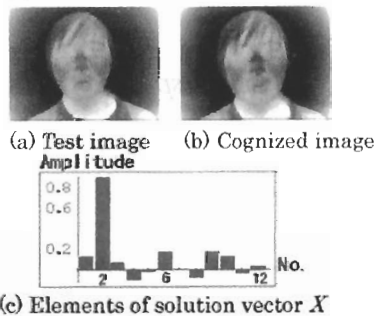


Fig.1 Example of infrared dynamic images cognition by means of geometrical Eigen pattern along with least squares.

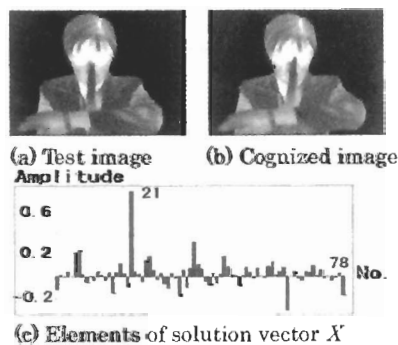


Fig.2 Example of a succeeded infrared sign animation image cognition by means of geometrical Eigen pattern.

Fig.1(a)と 1(b)にそれぞれテスト画像と式(4)によって識別されたデータベース中の画像例を示す。Fig.1(c)は式(3)の解ベクトル X の要素の大きさを示す。Fig.1(c)から、この例では 12 個の幾何学的固有パターンからなり、入力ベクトル E_x と最も一致する固有ベクトルは式(2)の係数行列 C の第1列であることを意味する。赤外線動画像の動きに制限が伴うが、ほぼ 100%近く識別された。

3.3 赤外線手話動画像識別への応用

2章で述べた動画像認識の一致度評価を赤外線動画像手話に適用し、規則的に動くより複雑な動作の認識を試みる。常温のもとで7人が10通りと暖房環境のもとで6人が10通り(全体で130通り)を収録した。Fig.2は赤外線手話動画像の幾何学的固有パターンを使った認識結果で、識別に成功した1例である。

Fig.2は識別に成功した1例を示す。全体で130個の赤外線手話動画像に対して106通りの手話が正確に識別され、24通りの手話の識別に失敗し、全体として識別率は約82%となった。これは、暖房環境下において、部屋の温度が上昇し、識別対象である人間の熱情報が削減されるためである。換言すれば、赤外線がエネルギーを有する対象が生ずる熱分布を可視化するため、他の熱源の存在が識別率を低下するのは当然であることを意味する。部屋に熱源が無い環境下では90%以上の識別率を得た。

以上の結果から、本手法は熱源を対象物のみが有する場合良好な識別率を得ることが可能である。

4. まとめ

本論文では、筆者らが既に報告したデジタルビデオ画像の識別をフーリエ余弦変換と最小自乗法を併用することで成功した動画像識別法を赤外線 CCD ビデオ画像へ適用した。その結果、赤外線動画像識別は、環境下に識別対象以外に熱源が存在しない場合、90%以上の識別率を可能とすることを明らかにした。

以上の結果から、赤外線を使った状態監視システム、特に可動機器の熱分布のダイナミックな変化を利用した事故・破損予知を究極の目的とした機械監視システム構築の実現性が期待できることが判明した。

参考文献

- 1) 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.
- 2) 小杉山格, 早野誠治, 齋藤兆古, 堀井清之, 画像の固有パターンに関する一考察, 可視化情報学会誌, Vol. 25, No. 2 (2005) pp. 135-136.
- 3) 高翔, 小杉山格, 齋藤兆古, 堀井清之, フーリエ余弦変換による動画像の特徴抽出, 可視化情報学会誌 Vol. 26, No. 1 (2006) pp. 141-144.
- 4) 高翔, 青木亮一, 齋藤兆古, 画像の幾何学的固有パターンを用いた手話識別, 第十五回 MAGDA コンファレンス, (2006) pp. 66-70.