

# 特異値分解に基づくコンパクトなアフィン画像特徴記述

河合 康平\*, 長谷川 昂宏, 山下 隆義, 山内 悠嗣, 藤吉 弘亘 (中部大学)

Feature descriptor based on singular value decomposition for affine transformed images

Kohei Kawai, Takahiro Hasegawa, Takayoshi Yamashita, Yuji Yamauchi, Hironobu Fujiyoshi (Chubu University.)

## 1. はじめに

アフィン変化が生じた画像に対して頑健にマッチングできる手法として, ASIFT[1] が提案されている. しかし, ASIFT は処理時間が膨大である. 本研究では, アフィン変換を行った記述子に特異値分解を適用し, コンパクト化を行い, アフィン特徴量の記述を行う.

## 2. ASIFT

ASIFT は, アフィン不変性を持たせるために無数のアフィン変換を入力画像に施す. しかし, オンラインで画像のアフィン変換を行うため, 大幅な処理時間が必要になるという問題がある.

## 3. 提案手法

提案手法は特徴量記述子を線形フィルタで表現し, 42 パターンのアフィン変換を施す. これにより, アフィンパラメータに基づいた, アフィン特徴量を抽出することができる. また, フィルタのアフィン変換はオフラインで行う. さらに, Fig.1 のようにフィルタ 1 枚分を縦ベクトルとした行列  $\mathbf{W}$  に対して特異値分解を適用する. 行列  $\mathbf{S}\mathbf{V}^T$  を固有関数, 行列  $\mathbf{U}$  を固有フィルタと呼ぶ. このとき, 行列  $\mathbf{S}$  の特異値はインデックスが大きくなるにつれて 0 に近い値を取るため, 上位数個で十分に近似可能である. これにより, 特徴量記述フィルタのコンパクトな表現が可能となる.

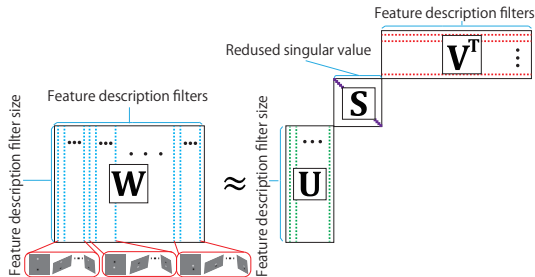


Fig. 1 Singular value decomposition

オンライン処理では, 主要な固有フィルタ  $F$  と固有関数  $\delta(\cdot)$  を重み係数とする線形結合で特徴量を計算することができる. Fig.2 に, 提案手法による特徴量の記述方法を示す. 特徴点を中心とした局所画像  $I$  に対して固有フィルタの畳み込みを行う. これにより全てのアフィンパラメータによる特徴量を固有関数の値を変化させるだけで計算が可能となる.

## 4. 評価実験

固有フィルタのコンパクト化の実験と従来手法との比較について行う.

### 4.1. 実験概要

マッチング率と処理時間より評価を行う. マッチング率は対応点数と正解点数の割合である. 本実験に使用するデータセットは Underground と Boat である. Underground はアフィン変化, Boat は回転とスケール変化が生じた画像データセットである. 固有フィルタ枚数を決めるために, 特異値の累積寄与率

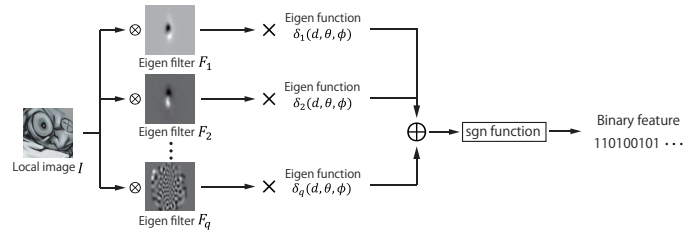


Fig. 2 Proposed method

を計算する. 累積寄与率を変化させたときのマッチング率と処理時間の比較を行う. また, 従来手法との比較を行う.

### 4.2. 実験結果

Table1 に各累積寄与率の固有フィルタ枚数, 平均マッチング率, 平均処理時間を示す. 累積寄与率 100% と 80% を比較して, マッチング率を低下させずに処理時間を約 1/5 削減できている.

Table 1 Number of Eigen filters

Cumulative contribution rate	100%	90%	80%	70%	60%
Number of eigen filters	2401	234	158	115	85
Average matching rate[%]	86.0	86.6	86.3	84.0	80.8
Average processing time[s]	159.1	34.0	29.5	28.3	27.7

従来手法 (ASIFT, SIFT, ORB) とのマッチング精度の評価結果を Fig.3, Fig.4 に示す. Fig.3 から, アフィン変化に対して SIFT, ORB と比較して良い精度が得られている. Fig.4 から, 回転・スケール変化に対して, 従来手法と同等以上の精度が得られている.

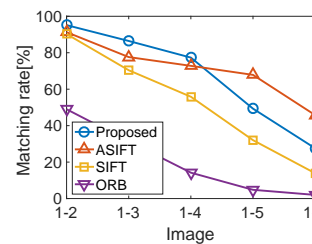


Fig. 3 Underground

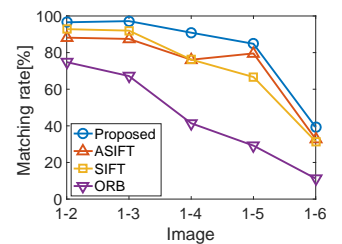


Fig. 4 Boat

処理時間の評価結果を Table2 に示す. これより ASIFT と比較して大幅に処理時間が短縮できていることがわかる.

Table 2 Processing time

	提案手法	ASIFT	SIFT	ORB
処理時間 [s]	29.51	402.07	5.37	0.20

## 5. おわりに

本研究では SIFT, ORB よりも高精度で, ASIFT よりも高速なマッチングを実現する特徴量記述を提案した. 今後はマッチング時の計算コストの削減を行う.

## 文献

- (1) J.-M. Morel, et al., "ASIFT: A New Framework for Fully Affine Invariant Image Comparison", *SIAM Journal on Imaging Sciences*, pp. 438-469, 2009.