

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。ASIFT は、オンラインでアフィン変換した画像から特徴量を記述するため処理時間がかかる。本研究では、特異値分解によるアフィンパラメータに対応した特徴量記述子のコンパクト化を行う。

2. ASIFT

ASIFT は、アフィン不変性を持たせるためにアフィン変換のパラメータのうち、SIFT にないカメラ軸方位パラメータ(経度と緯度)の変化によって得られる画像を生成する。生成した画像すべてに対して SIFT 特徴量の記述を行い、特徴点の対応点付けを行う。ASIFT は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する。そのフィルタに対して 42 パターンのアフィン変換を施す。これにより、アフィン変化に頑健な特徴量を抽出することができる。また、フィルタを事前にアフィン変換することで、オンライン時の計算コストを削減できる。さらに、図 1 のようにフィルタ 1 枚分を縦ベクトルとした行列  $W$  に対して特異値分解を適用する。行列  $S$  と行列  $V^T$  の積を固有関数、行列  $U$  の各縦ベクトルを固有フィルタと呼ぶ。このとき、行列  $S$  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。

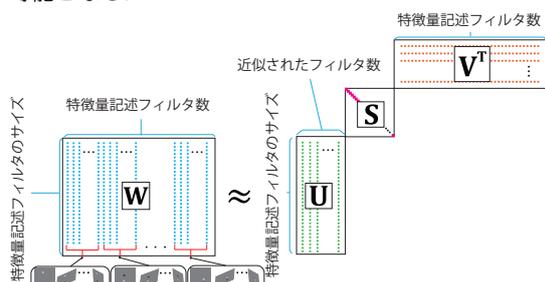


図 1：特異値分解

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。図 2 に、提案手法による特徴の記述方法を示す。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。

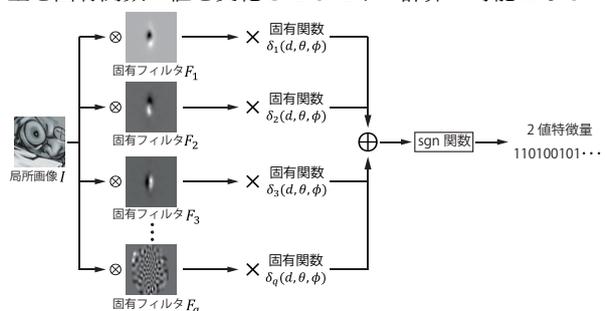


図 2：特徴量の記述

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 Region Detector Evaluation Datasets の Underground と Affine Covariant Regions Datasets の 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。これらのデータセットは数字の大きいほど画像間の変化量が大きいことを示す。固有フィルタ枚数を決めるために、特異値の累積寄与率を計算する。累積寄与率を変化させたときのマッチング精度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

・固有フィルタのコンパクト化

表 1 に各累積寄与率を満たす固有フィルタ枚数と近似誤差を示す。累積寄与率 90% で枚数が大きく削減されている。

表 1：固有フィルタ枚数

累積寄与率	100%	90%	80%	70%	60%
固有フィルタ枚数	2401	234	158	115	85
近似誤差	0	1.31	2.69	4.07	5.47

各累積寄与率におけるマッチング精度と処理時間の比較結果を図 3 に示す。累積寄与率 80% のとき、マッチング率は約 90% とコンパクト化前と精度が同等で、処理時間は約 1/5 である。

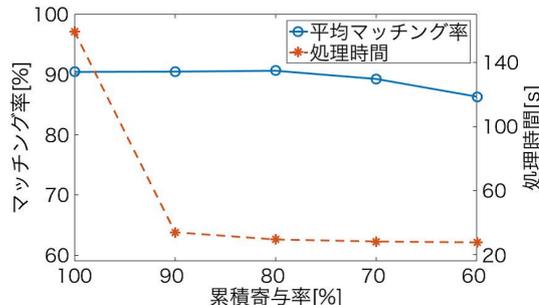


図 3：累積寄与率の比較

・従来手法との比較

従来手法 (ASIFT, SIFT, ORB) とのマッチング精度の評価結果を図 4, 図 5 に示す。図 4 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。図 5 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。

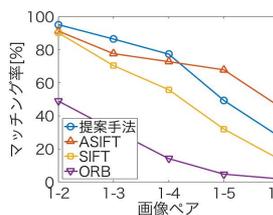


図 4：Underground dataset

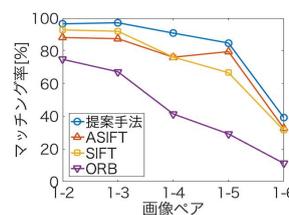


図 5：Boat dataset

処理時間の評価結果を表 2 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。

表 2：処理時間

	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。

参考文献

[1] J.-M. Morel, et al., "ASIFT: A New Framework for Fully Affine Invariant Image Comparison", *SIAM*, pp. 438-469, 2009.