

## SIFT 特徴量を用いた顔認証に関する一考察

## Studies on the face authentication using SIFT feature

稲葉俊輔 村上仁己 小池淳  
Shunsuke Inaba Hitomi Murakami Atsushi Koike

成蹊大学大学院理工学研究科理工学専攻

あらまし 個人認証の方法として ID カードを用いるものがある。これは紛失や偽造等、安全性の面から必ずしも確実な手段とは言えない。そこで身体的特徴を利用する生体認証があり、その一部として顔認証がある。しかし顔の一部が欠けていたりすると認証ができない等の課題がある。本論文では顔画像において局所特徴量である SIFT(Scale Invariant Feature Transform)特徴を用いて認証を行う。目鼻口など領域を絞って実験を行い有効な手法を検討する。

## 1.はじめに

他の生体認証技術と比較すると顔認証は、非接触での認証のため、利用者の抵抗感が低い利点がある。顔認証はセキュリティシステムなどへ広く使われている。応用例として、空港でテロリストや犯罪者を識別する事にも利用されている。しかし、顔の一部が隠れてしまうと誤った識別を行う等、必ずしも十分とはいえない。Lowe 氏が提案した SIFT は、回転、スケール、照明に不変な特徴量を記述するアルゴリズムである。その主な用途は特定物体認識であり、広く用いられている。しかし顔認証に対する検討は十分にされていない [1][2]。SIFT 特徴はオクルージョンのある画像に対しロバストな認証を行う事から、顔認証における課題も解決できるものとする。

本論文の目的は顔認証における SIFT 特徴利用の可能性を検討する。実験は SIFT 特徴を利用する位置を手動で設定し、独自に作成した顔データベースにてマッチングを行う。本論文の構成は以下の通りである。2 節では SIFT アルゴリズムについて説明する。3 節では実験方法について説明する。4 節では実験結果とその考察を行う。5 節では本論文のまとめと今後の課題について述べる。

## 2.SIFT

SIFT はキーポイントの検出、特徴記述と大きく二つに分けられる。

## 2.1.キーポイント検出

## (1)スケールとキーポイントの候補点検出

ガウス関数を用いたスケールスペースの差分により DoG(Difference of Gaussian)画像が得られる。DoG 画像から極値を検出し、キーポイントとキーポイントを中心とした特徴量を記述する範囲を表すスケールが検出される。

## (2)キーポイントの削減

低コントラストやエッジ上のキーポイントはノイズや開口問題の影響を受けるためキーポイントとして不向きである。そのためコントラストの閾値処理と主曲率を用いて削減が行われる。

## 2.2.特徴記述

## (1)オリエンテーション算出

キーポイントが検出された平滑化画像  $L(u,v)$  から勾配強度  $m(u,v)$  と勾配方向を  $\theta(u,v)$  を以下の式(1)、

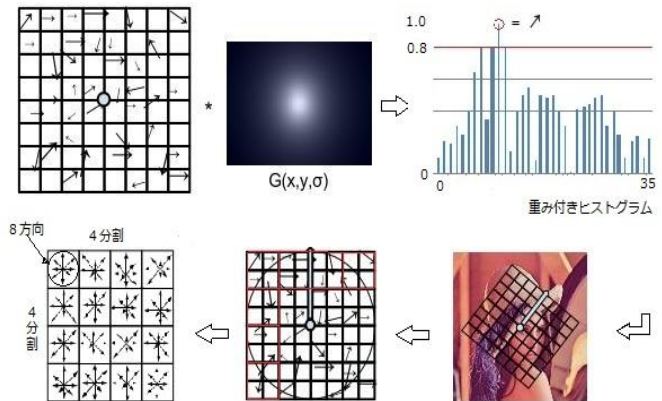


図 1:特徴記述の流れ

(2)、(3)、(4)から求められる。次に全方向を 36 方向に離散化し、それぞれの方向の勾配強度にガウス窓による重み付けを行い重み付き勾配情報ヒストグラムが作成される。ヒストグラムのピーク 80%以上の勾配をオリエンテーションと決定される。

$$f_u(u,v) = L(u+1,v) - L(u-1,v) \quad (1)$$

$$f_v(u,v) = L(u,v+1) - L(u,v-1) \quad (2)$$

$$m(u,v) = \sqrt{f_u(u,v)^2 + f_v(u,v)^2} \quad (3)$$

$$\theta(x,y) = \tan^{-1} \frac{f_v(u,v)}{f_u(u,v)} \quad (4)$$

## (2)特徴量記述

各キーポイントにおいて、算出したオリエンテーションの向きに正規化され、オリエンテーション算出と同様の方法で勾配情報が得られる。この領域を  $4 \times 4$  のブロックに分割され、それぞれのブロックで 8 方向の方向ヒストグラムが作成される。これが  $4 \times 4 \times 8 = 128$  次元の特徴量記述となる。図 1 に特徴記述の流れを示す。

## 3.実験方法

顔認証では SIFT 特徴量による対応点マッチング数が最も大きいものを本人と識別する。この時の特徴量の抽出方法で識別率は変わる。2.1 節によると、SIFT のキーポイント検出は DoG に依存される。ところが、これは顔認証に必要な特徴量



図 2-a:鼻と口における基礎実験



図 2-b:目と頬における基礎実験

を十分に獲得できない。そこで本来自動であるキーポイント検出を、入力画像から手動で選択する。そうすることでマッチングに有効な特徴量を抽出し、識別率が向上できるか検証する。実験には 2.2 節にある特徴量記述の機能である OpenCV のディスクリプタ抽出器を使用した。入力であるキーポイントの座標、スケール、オリエンテーションを手動とした。顔認証で用いる顔画像は研究室メンバー 10 名とした。撮影は一人につき当日と後日の二枚をセットにした。撮影条件は顔の大きさと向きを揃え、データベースを作成した。この条件よりスケールは決め打ち、オリエンテーションはデフォルト値を採用した。

### 3.1.基礎実験

手動でキーポイントを選択するにあたり、キーポイントの位置とマッチング精度の関係性の調査を行う。そこで、目鼻口頬と領域を絞った顔認証実験を行い特性を調べた。これは 10 名分の顔画像を用いた本人同士のマッチングである。結果、目、鼻頭、口付近においてマッチング精度が高いという事が分かった。その結果を図 2-a、図 2-b に示す。

### 3.2.グリッド作成

顔認証を定量的に行うため、基礎実験の結果を元にグリッドを作成した。グリッドは図 3 に示す通り、目頭や目尻など抽出しやすい点を用い、格子状に作成した。このグリッド上においてキーポイント数を増やし識別率を図る実験を行った。その結果を表 1 に示す。

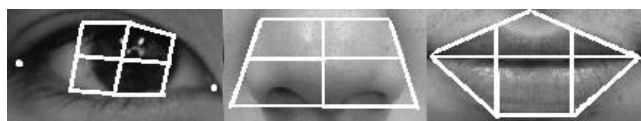


図 3:目鼻口におけるグリッド

## 4.実験

表 1 は、10 人中何人が正しく識別されたかの割合を示す。この表から、各領域においてキーポイント数がそれぞれ 4、5、6 個から識別率が上がっている事が分かる。これには、二つの要因がある。一つ目は、本人同士でのマッチングでは正しい対応点が多い傾向がある事。二つ目は、本人以外のマッチングでは比較するキーポイント数が多いほど誤った対応点が増える傾向がある事。以上の要因が結果に影響したものと考えられる。この結果は本人の特徴量と他人の特徴量を判別し、

SIFT 特徴が顔認証に有効であることを示している。ただし目の領域においては、本人同士でも誤った対応点マッチングが目立った。これはエッジ上における開口問題が原因であると考えられる。

キーポイント数	目	鼻	口
1 個	0%	0%	0%
2 個	0%	0%	0%
3 個	0%	0%	20%
4 個	0%	0%	20%
5 個	10%	0%	70%
6 個	20%	10%	90%
7 個	20%	60%	100%
8 個	50%	30%	100%
9 個	50%	80%	
10 個	70%	80%	
11 個	80%	100%	

表 1 実験結果

## 5.おわりに

本論文では、適切なキーポイントの位置を選び特徴量を記述する事により、顔を識別する事が分かった。しかし目の領域においては 100%の識別率に達していない。さらに改良するため、開口問題による誤マッチングを減らす事が重要である。そのためには開口問題の影響を受けにくいグリッドを適用する必要がある。そしてキーポイント検出を自動化する事により、顔認証システムを構築する事が今後の課題として挙げられる。

## 参考文献

- [1] Jun Luo, Yong Ma, Erina Takikawa, Shihong Lao, Masato Kawade, Bao-Liang Lu, "PERSON-SPECIFIC SIFT FEATURES FOR FACE RECOGNITION", Acoustics, Speech and Signal Processing, 2007, ICASSP 2007, 15-20 April 2007
- [2] 牧岡毅, 里中孝美, 山口智美, 小田亮介, 上瀧剛, 内村圭一, "顔画像の SIFT 特徴による耐環境性評価", 社団法人映像情報メディア学会技術報告, ME2012-66, HI2012-28, AIT2012-28(Feb. 2012)