
局所位相特徴を用いた目の画像の照合 に関する検討

青山章一郎¹, 草薙大地², 伊藤康一¹, 青木孝文¹

1 東北大学 大学院情報科学研究科

2 東北大学 工学部 情報知能システム総合学科

バイOMETRICSに関する最近の研究動向 2

- 性能評価用データベースは、そもそも性能が出ない難しい画像になってきた
 - LFW (Labeled Faces in the Wild) など
- 1つのモダリティのみで認証するのではなく、画像から抽出できる複数の特徴を使わなければ実用的な性能にならない
 - マルチモーダルバイOMETRICS
 - ソフトバイOMETRICS(年齢, 性別など)との併用
- 利便性と受容性を追求し、歩行者を認証しようとしている
 - 顔・虹彩・目を使った個人認証

※ 上記は、個人的な雑感をまとめたものです。

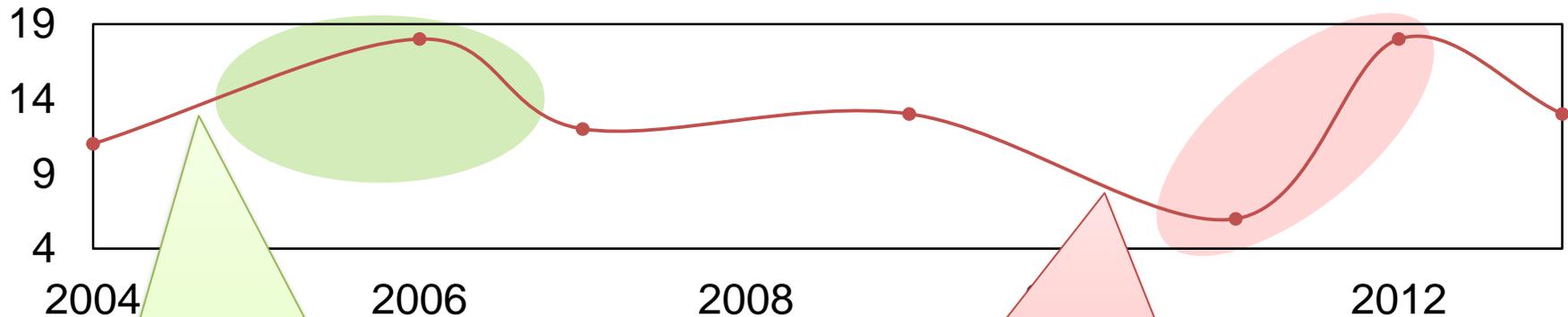
LFW: <http://vis-www.cs.umass.edu/lfw/>

国際会議にみる研究動向

	ICBA 2004	ICB 2006	ICB 2007	ICB 2009	IJCB 2011	ICB 2012	ICB 2013
Face	28.8%	26.0%	33.1%	35.2%	40.0%	23.8%	31.6%
Speech	7.7%	2.9%	4.8%	7.2%	1.8%	3.8%	0%
Fingerprint	22.1%	18.2%	16.9%	8.8%	12.7%	15.0%	17.1%
Palmprint	2.9%	1.9%	3.2%	4.8%	2.7%	5.0%	
Multimodal	9.6%	6.7%	6.5%	19.2%	14.5%	7.5%	0%
Gait	0%	2.9%	4.0%	4.8%	6.4%	2.5%	6.6%
Iris	10.6%	17.3%	9.7%	10.4%	5.5%	22.5%	17.1%
Signature	12.5%	3.8%	8.1%	3.2%	3.6%	0%	0%
Other	5.8%	20.2%	13.7%	6.4%	12.7%	20.0%	27.6%

Iris に関する研究動向

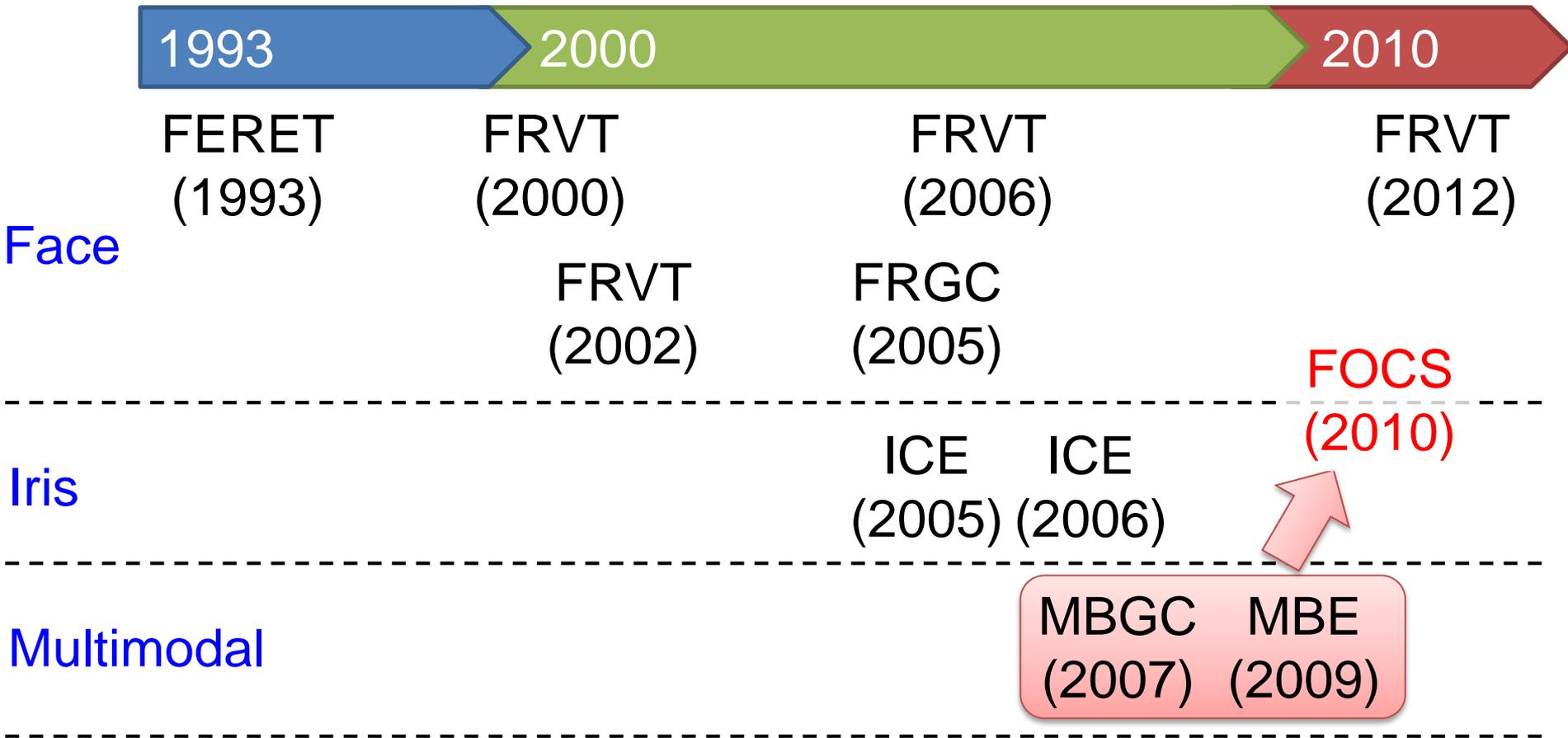
	ICBA 2004	ICB 2006	ICB 2007	ICB 2009	IJCB 2011	ICB 2012	ICB 2013
Iris	11	18	12	13	6	18	13



CASIAやICEなどの大規模なデータベースが公開される

顔と虹彩(目)を使って歩行者を認証することが検討される

NISTの性能評価プログラム



Face and Ocular Challenge Series (FOCS)
<http://www.nist.gov/itl/iad/ig/focs.cfm>

Ocularとは？

- 英辞郎 on the web
 - 【名】接眼レンズ
 - 【形】目の[に関する・のような]
- Oxford Dictionary
 - NOUN
another term for eyepiece
 - ADJECTIVE
of or connected with the eyes or vision
- 文献 [1]
 - “the externally visible skin region of the face that surrounds the eye socket”
眼窩(がんか)を取り囲む顔の肌領域

[1] A. Ross et al., “Matching highly non-ideal ocular images: an information fusion approach,” Proc. ICB2012.

■ The Good, The Bad, and The Ugly (GBU)

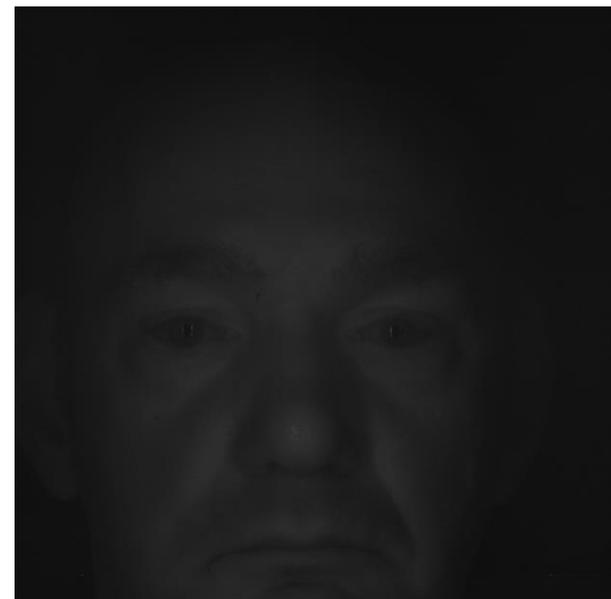
- 顔画像の撮影環境の3状態(よい・悪い・ひどい)に対して顔認証の性能評価を行う

■ Video

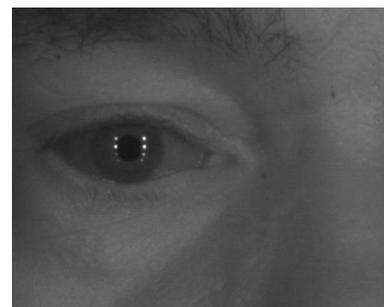
- 歩いたり会話しているシーンを使って顔認証を行う

■ Ocular Challenge

- 近赤外線照明下でカメラに向かって歩くシーンから抽出した目の画像を使って認証を行う



動画像



右目



左目

バイオメトリクスに関する最近の研究動向 8

- 性能評価用データベースは、そもそも性能が出ない難しい画像になってきた
 - LFW (Labeled Faces in the Wild) など
- 1つのモダリティのみで認証するのではなく、画像から抽出できる複数の特徴を使わなければ実用的な性能にならない
 - マルチモーダルバイオメトリクス
 - ソフトバイオメトリクス(年齢, 性別など)との併用
- 利便性と受容性を追求し、歩行者を認証しようとしている
 - 顔・虹彩・目を使った個人認証

顔と虹彩の中間的な生体特徴として、Ocularへの関心が高まっている

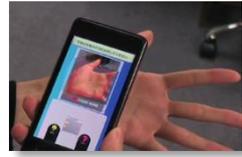
位相情報を用いたバイオメトリクス認証



Finger knuckle recognition for door handle



Fingerprint verification unit



Android app



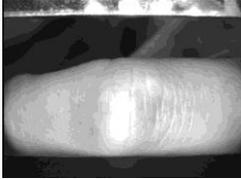
Iris verification



2D/3D face verification unit



Disaster victim identification using dental records



Finger knuckle



Fingerprint



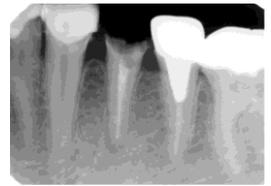
MoM 2010
Multimedia Systems 2013
IEICE JA 2013



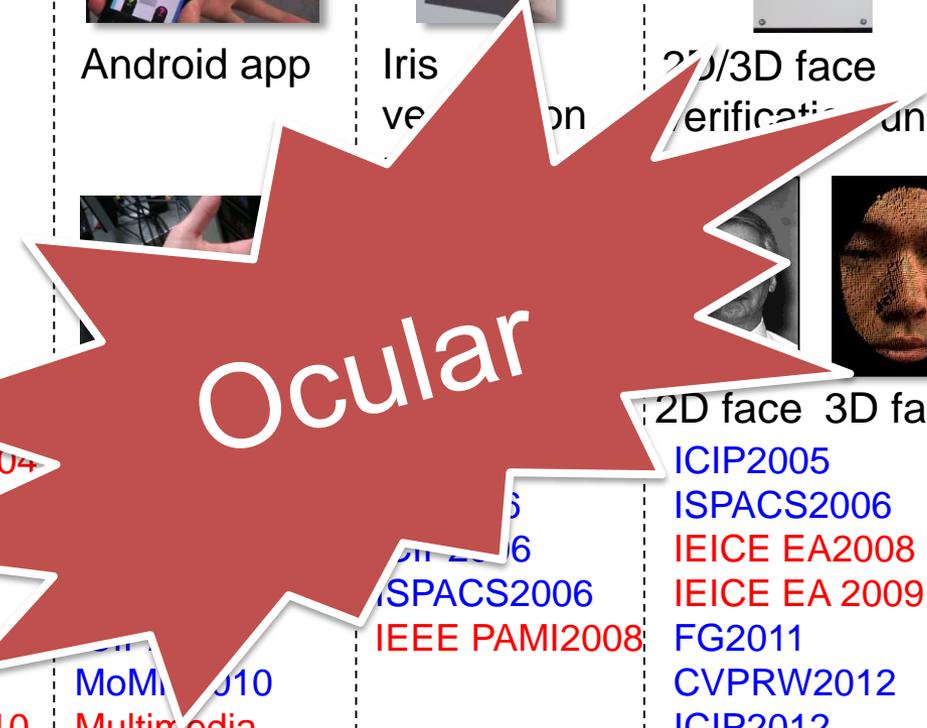
2D face



3D face



Dental radiograph



ACPR2011
Information Sciences 2013
BTAS2013
IEICE JA 2013

IEICE EA 2004
IEICE ELF 2005
ICIP2005
ICB2006
IEEJ 2006
IEICE EA2010

ISIP2006
ISPACS2006
IEEE PAMI2008

ICIP2005
ISPACS2006
IEICE EA2008
IEICE EA 2009
FG2011
CVPRW2012
ICIP2012
ICB2013

ISPACS2006
ICIP2007
RSNA2007
IEICE EA2008
IEICE JD 2008
RSNA2008
ICPR2008
RSNA2009
R10-HTC2013

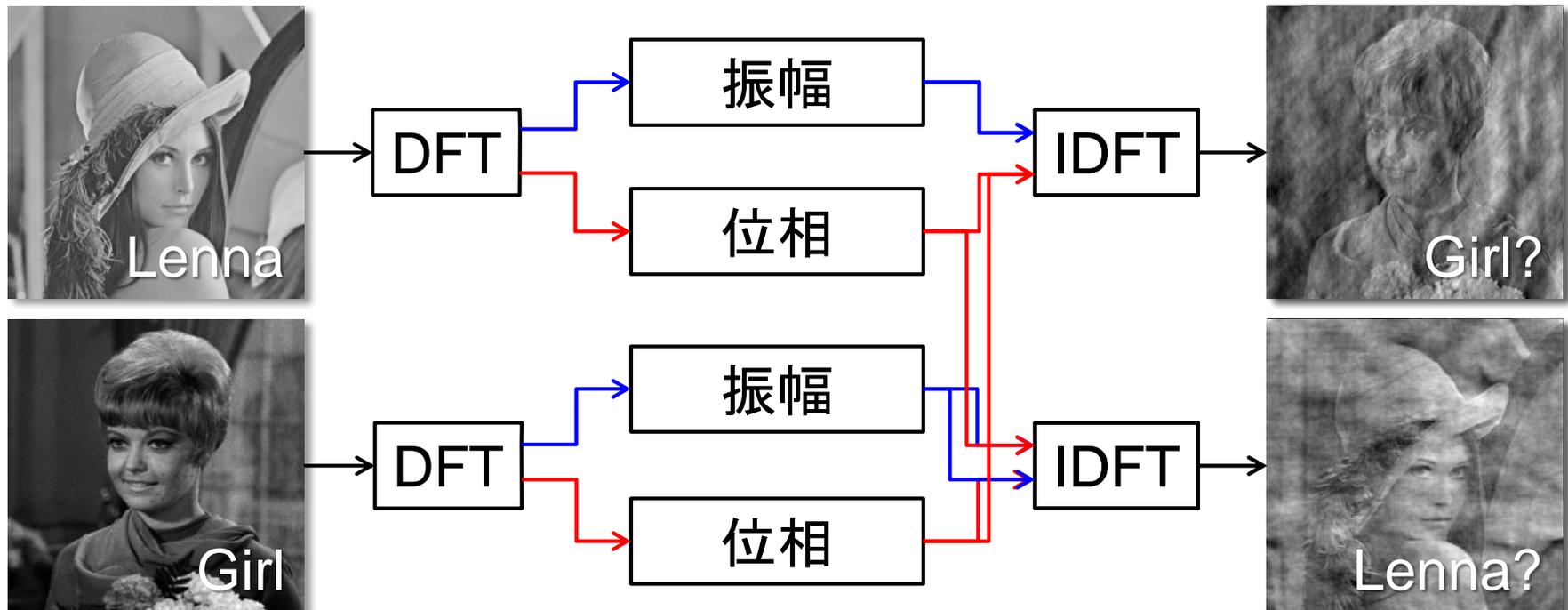
Biometric recognition using POC CVPRW2013

Red: Journal paper, Blue: Conference paper

- 背景・目的
 - バイオメトリクスの研究動向
 - FOCS
- 局所位相特徴
- 照合アルゴリズム
- 性能評価実験
- まとめ・今後の課題

画像の位相情報とは？

- 画像をフーリエ変換して得られた位相を入れ替えて逆フーリエ変換をすると、画像も入れ替わったように見える
- 画像の構成において、位相が重要な役割を果たしている



位相限定相関法

ピークの高さ …… 画像間の類似度の指標
 ピークの座標 …… 画像間の平行移動量



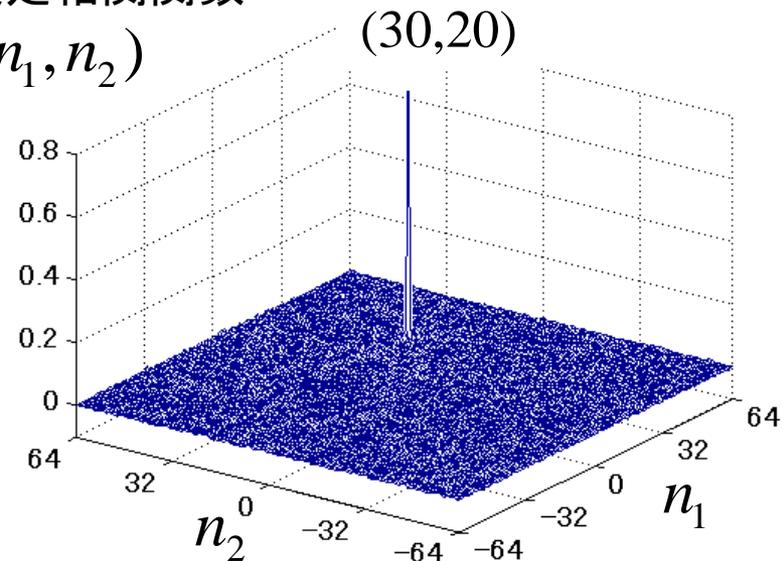
参照画像



入力画像

位相限定相関関数

$$r_{fg}(n_1, n_2)$$



通常の相関関数は、ピークを中心になだらかに変化する特性を有する。位相限定相関関数は、急峻なデルタ関数となるため、画像マッチングにおける移動量推定の精度がきわめて高い。

位相限定相関関数の計算

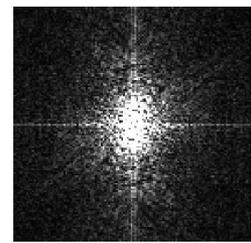
空間領域

周波数領域

n_2



k_2

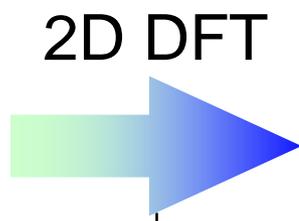


n_1

k_1

入力画像

$$f(n_1, n_2)$$
$$g(n_1, n_2)$$



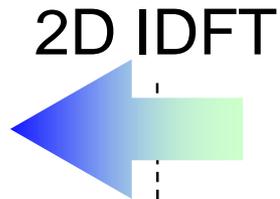
$$F(k_1, k_2) = A_F(k_1, k_2) e^{j\theta_F(k_1, k_2)}$$

$$G(k_1, k_2) = \underbrace{A_G(k_1, k_2)}_{\text{振幅}} \underbrace{e^{j\theta_G(k_1, k_2)}}_{\text{位相}}$$

振幅 位相

POC関数

$$r_{fg}(n_1, n_2)$$

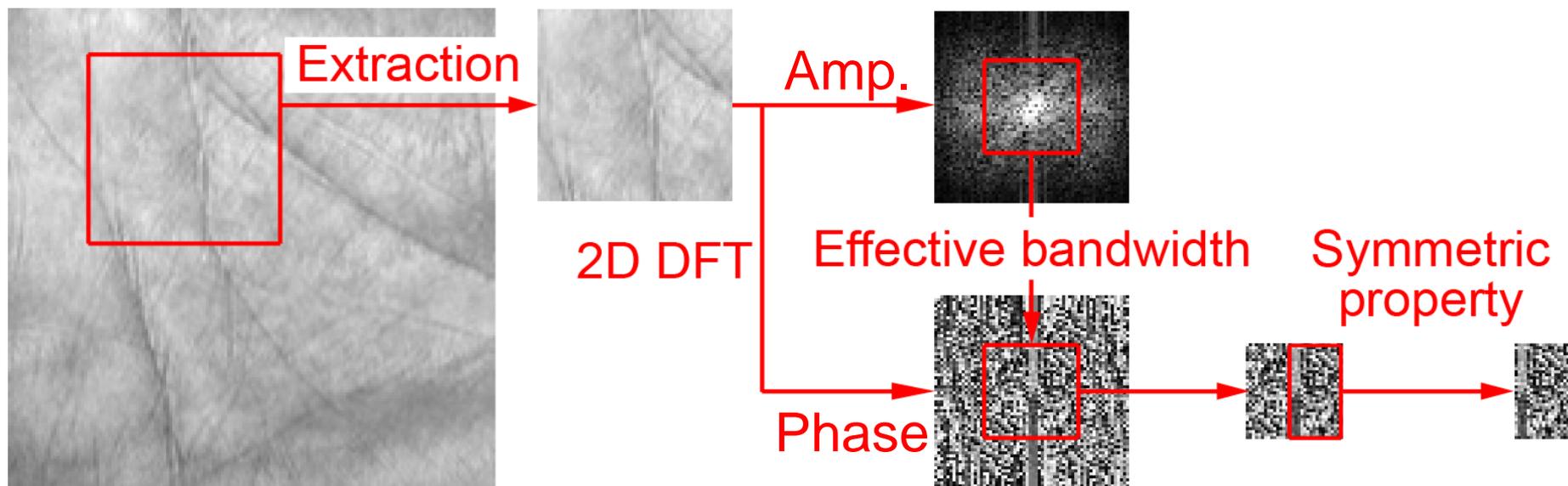


$$R_{FG}(k_1, k_2) = \frac{F(k_1, k_2)}{|F(k_1, k_2)|} \frac{\overline{G(k_1, k_2)}}{|G(k_1, k_2)|}$$
$$= e^{j\{\theta_F(k_1, k_2) - \theta_G(k_1, k_2)\}}$$

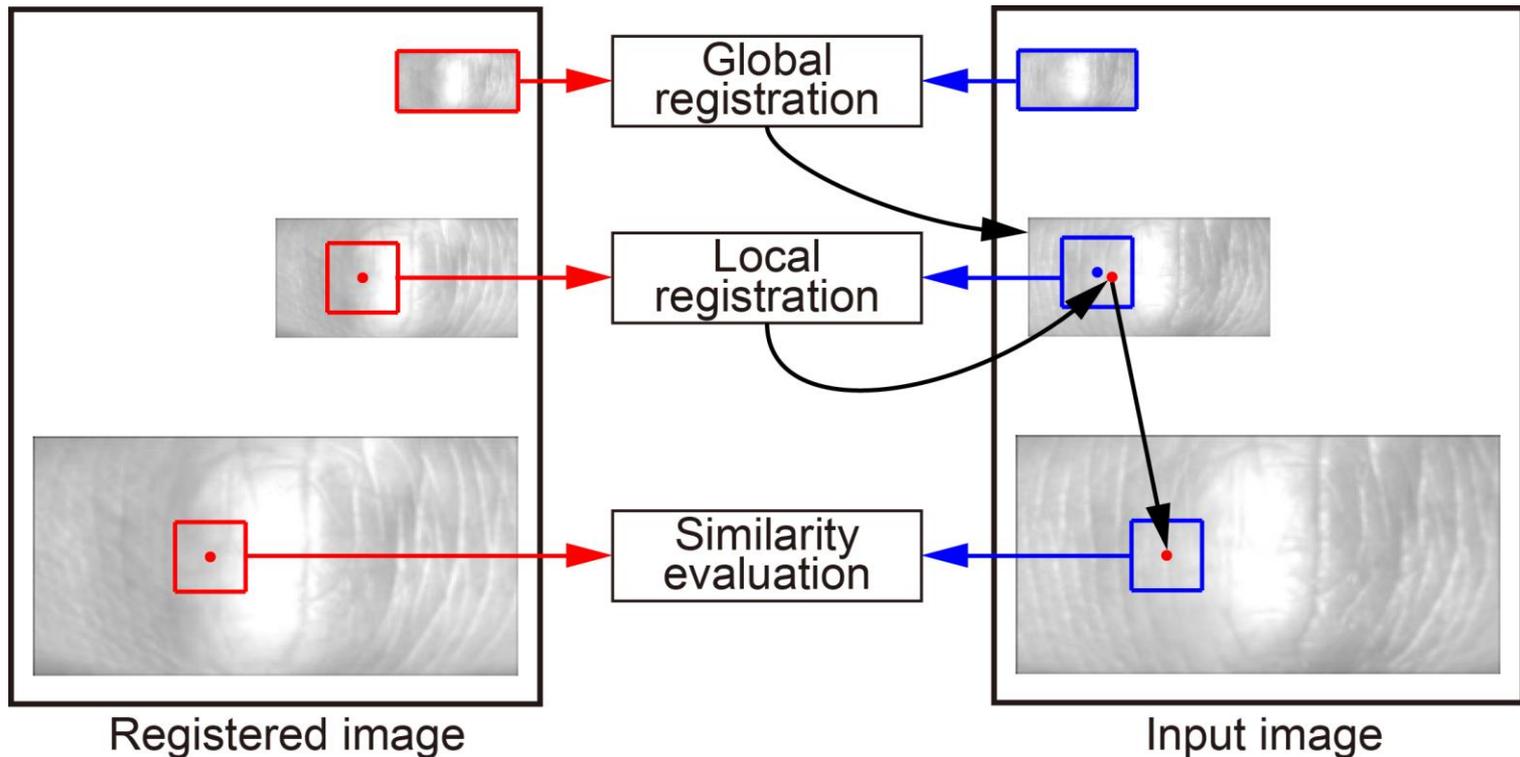
位相差

局所位相特徴とは？

- 局所画像ブロックをフーリエ変換して得られる位相情報
- スペクトルの対称性を考慮したうえで有効帯域を抽出し、その位相配列を特徴記述子とする
- 量子化によるデータ量の削減が可能

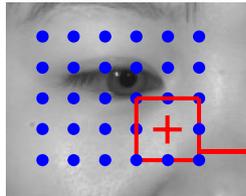


1. Global registration: 画像全体のずれを補正
2. Local registration: 局所的な変形(ひずみ)を補正
3. Similarity evaluation: ブロックペア単位での照合スコアの計算

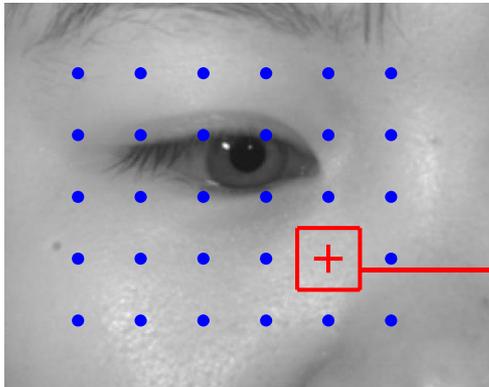




1/4に縮小した画像全体の位相特徴を求める



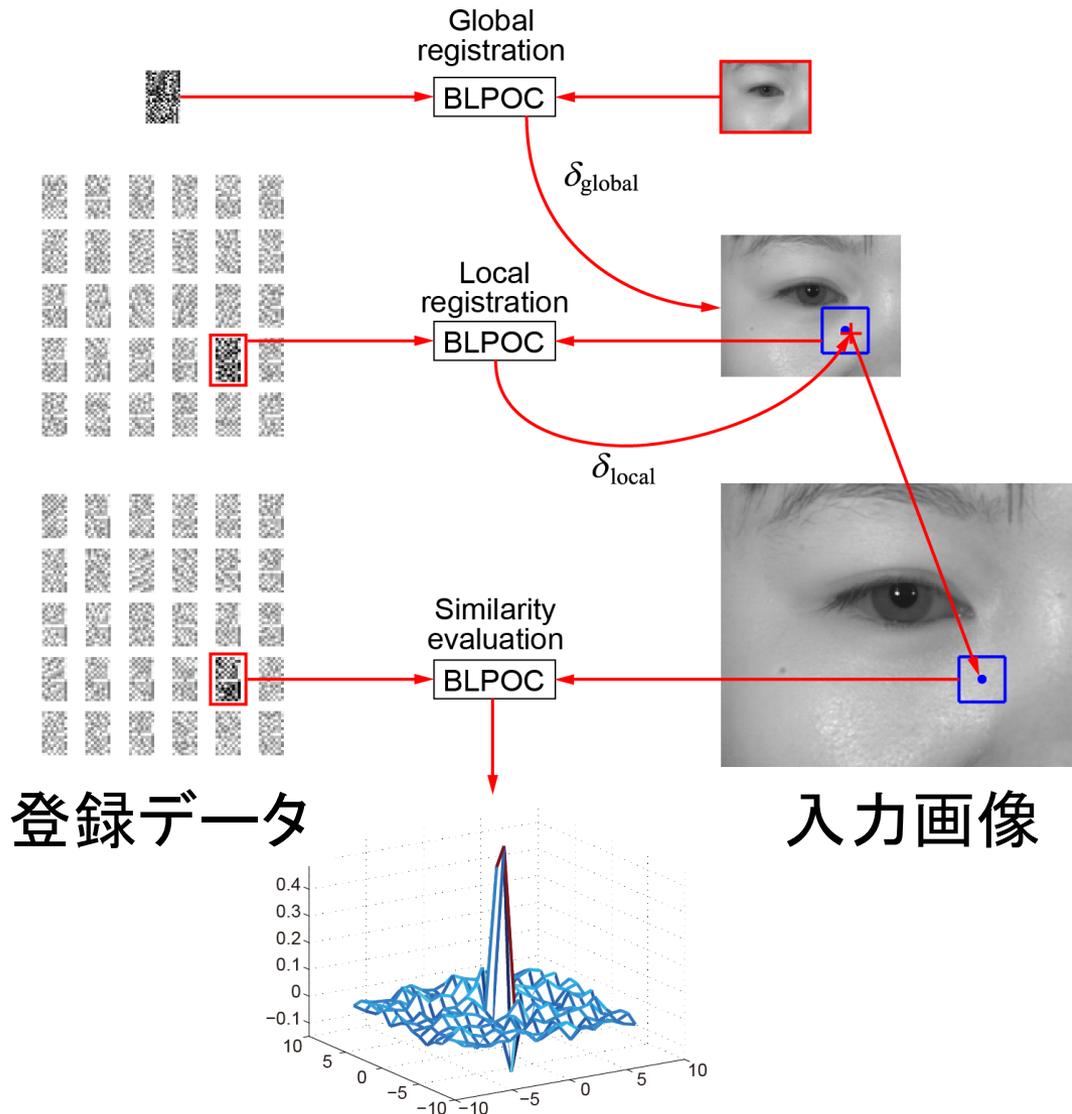
1/2に縮小した画像から局所画像ブロックを抽出し、その位相特徴を求める



原画像から局所画像ブロックを抽出し、その位相特徴を求める

階層画像

局所位相特徴



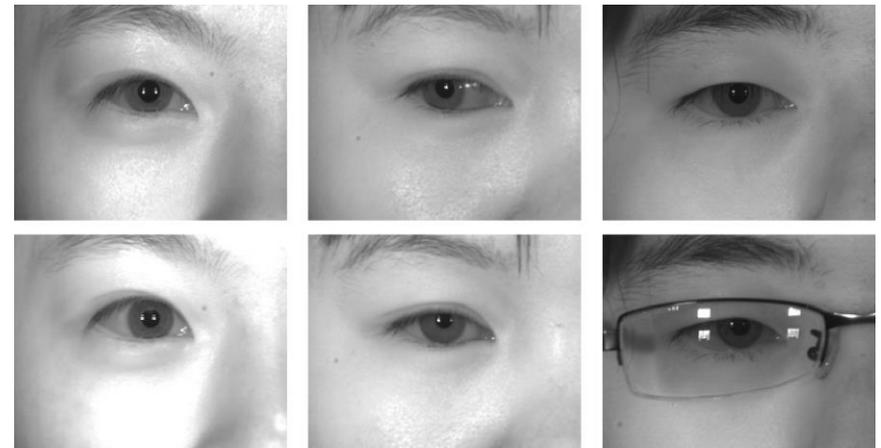
最上層で画像全体の平行移動を補正

中間層で画像の局所的な平行移動(ひずみ)を補正

最下層で画像ブロック間の類似度を計算

照合スコアは、閾値を超えた類似度を有する基準点(ブロックペア)の数

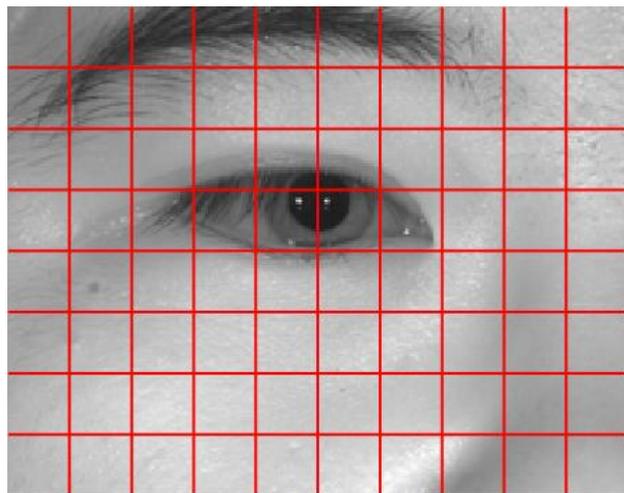
- CASIA-IrisV4-Distance の画像 (142人・2,567枚) から抽出したOcular image を使用
- 近赤外カメラから約3m離れた人の顔を撮影した画像 (FOCSのピントが合っているきれいな画像に相当)
- 本人: 22,397ペア, 他人: 3,271,064ペア



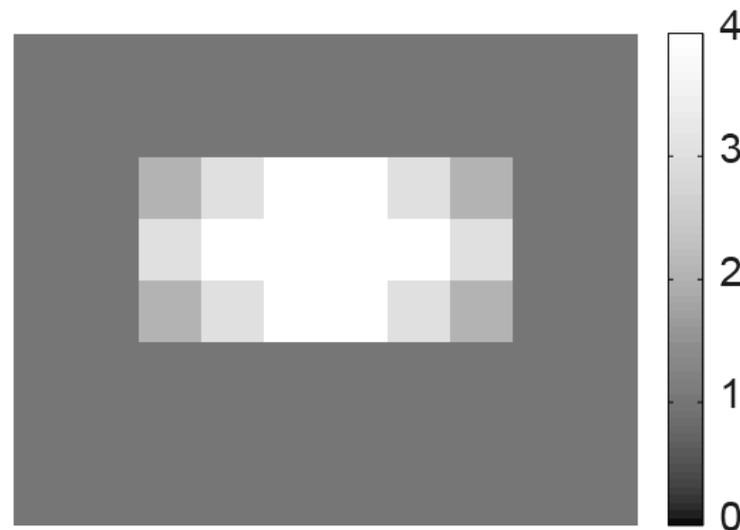
CASIA-IrisV4-Distance: <http://biometrics.idealtest.org/dbDetailForUser.do?id=4>

従来手法 (1/2)

- 顔認証などでよく使われている Local Binary Pattern (LBP) を用いた照合アルゴリズム
- 照合スコアを重み “あり” と “なし” で計算
- 開発者のwebページで公開されているMATLAB実装を使用



ブロック分割



重み

LBP: <http://www.cse.oulu.fi/CMV/Downloads/LBPSoftware>

従来手法 (2/2)



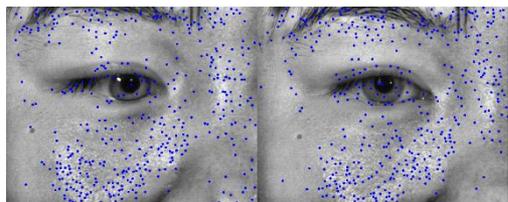
- Modified SIFT (m-SIFT) を用いた照合アルゴリズム

(i)



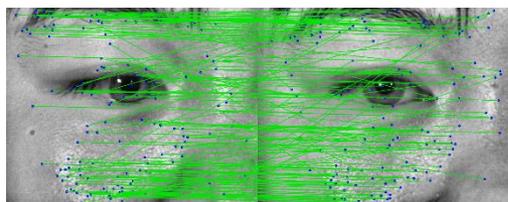
- (i) コントラスト強調, (ii) キーポイント検出, (iii) SIFTマッチング, (iv) 誤対応除去

(ii)



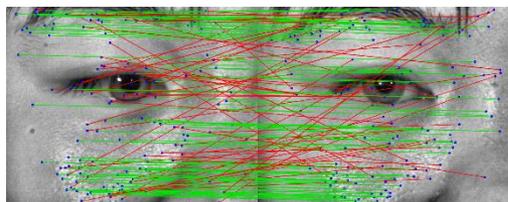
- 顔認証およびOcular認証で使われている(下記論文)

(iii)



- VLfeatのSIFT実装を使う

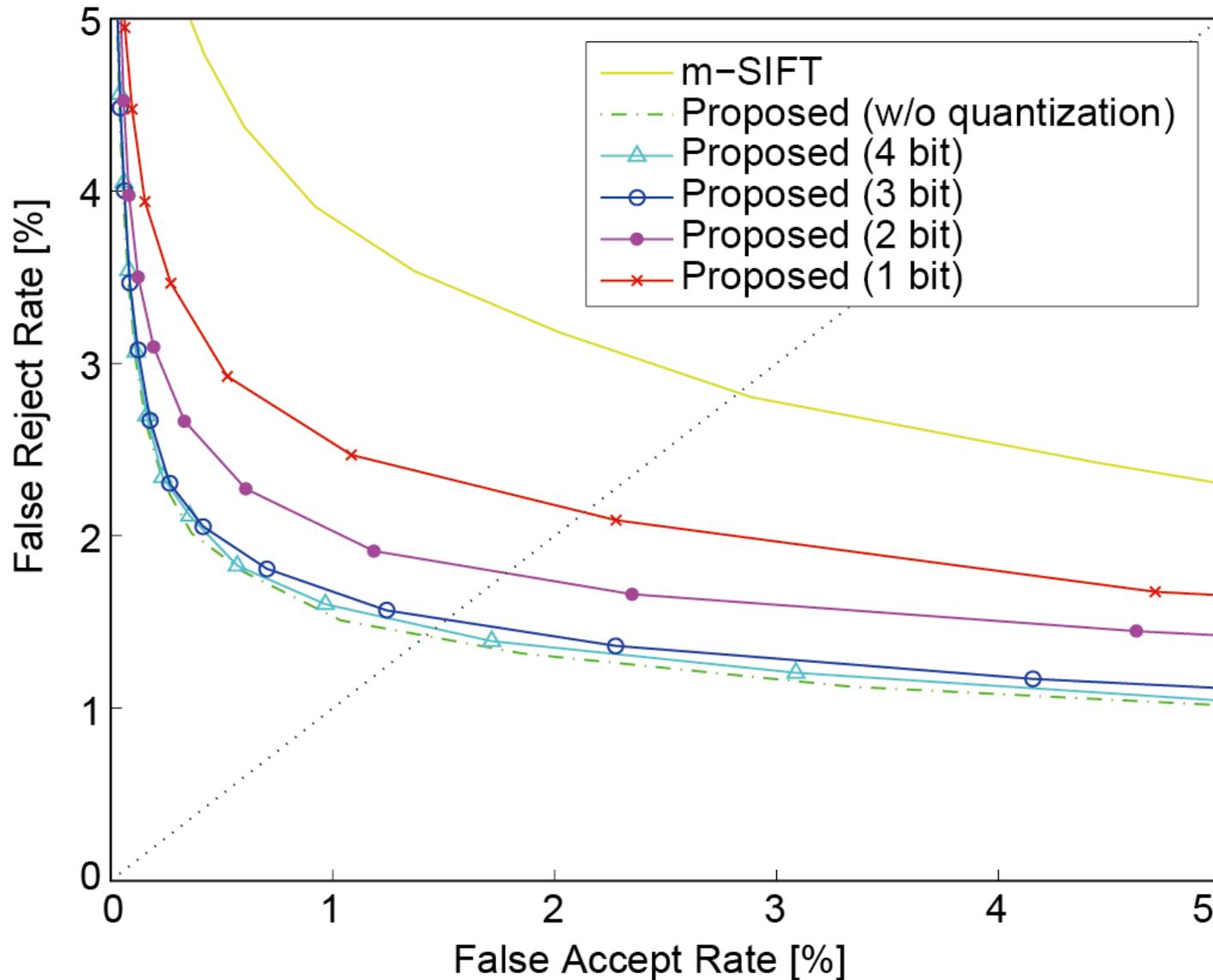
(iv)



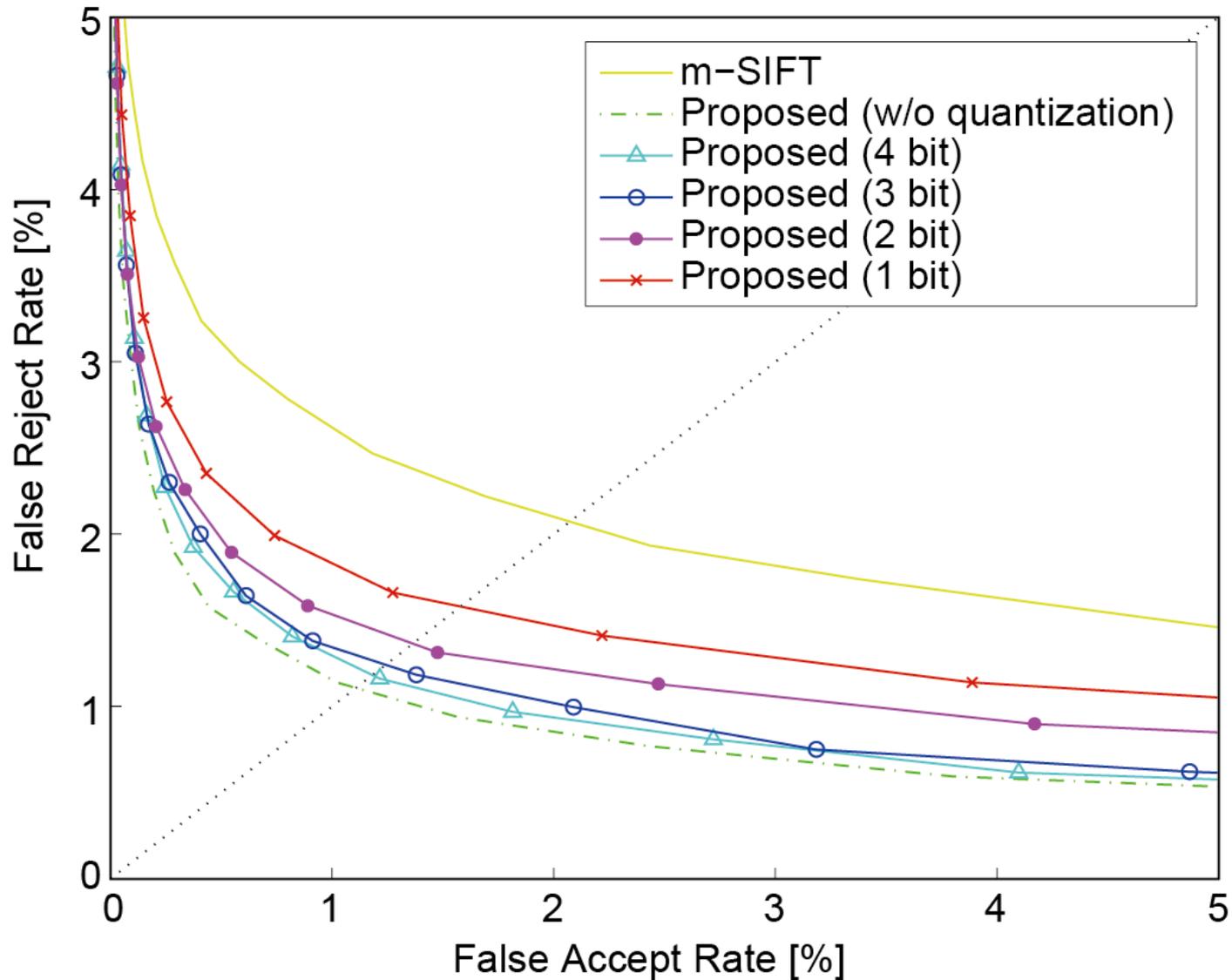
VLfeat: <http://www.vlfeat.org/>

A. Ross et al., "Matching highly non-ideal ocular images: an information fusion approach," Proc. ICB2012.

実験結果 (left-to-left)



実験結果 (right-to-right)



実験結果のまとめ (EER [%])

	Left-to-left	Right-to-right
LBP w/o weight	13.34	12.97
LBP w/ weight	12.02	12.68
m-SIFT	2.60	1.96
Proposed w/o	1.27	1.08
4bit	1.29	1.11
3bit	1.41	1.15
2bit	1.55	1.24
1bit	1.78	1.47

まとめ・今後の課題

- 局所位相特徴を用いた目の画像の認証アルゴリズムを提案した
- 性能評価実験を通して、従来手法と比較して性能が高いことを実証した

- FOCSデータベースを使った性能評価を行う
- 顔・虹彩・目の画像の組み合わせによる性能改善を検討する
- 動画像の各フレームの画質評価をすることで、認証に使うかどうかの判断を入れる