

---

# バイオメトリクスに関する研究の最新動向 ～IJCB2011における傾向を中心に～

Recent Advances in Biometrics

--- Focus on Research Trends in IJCB2011---

伊藤 康一

Koichi Ito

東北大学 大学院情報科学研究科

Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

# 本発表の目的

---

2

- セキュリティの分野の方々に世界の最新の研究動向を紹介したい
  - 国際会議で日本の研究者による発表が少ないので、世界で研究成果をアピールしてもらいたい
  - 国内におけるバイオメトリクスの研究活動を活性化させたい
- 
- ✓ 第1回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウムの内容をブラッシュアップしてます(ちょっとだけ)
  - ✓ 時間の関係上、全部を発表しきれないので、発表が終わってからwebで公開します

- 国際会議にみる最近の研究動向
- International Joint Conference on Biometrics (IJCB) 2011とは？
- IJCB2011における研究の傾向
- 論文の紹介(省略)
- 研究動向に対する考察
- 国内の研究動向

# 国際会議にみる最近の研究動向

	ICBA2004		ICB2006		ICB2007		ICB2009		IJCB2011
Face	30	28.8%	27	26.0%	41	33.1%	44	35.2%	?
Speech	8	7.7%	3	2.9%	6	4.8%	9	7.2%	?
Fingerprint	23	22.1%	19	18.2%	21	16.9%	11	8.8%	?
Palmprint	3	2.9%	2	1.9%	4	3.2%	6	4.8%	?
Multimodal	10	9.6%	7	6.7%	8	6.5%	24	19.2%	?
Gait	0	0%	3	2.9%	5	4.0%	6	4.8%	?
Iris	11	10.6%	18	17.3%	12	9.7%	13	10.4%	?
Signature	13	12.5%	4	3.8%	10	8.1%	4	3.2%	?
Other	6	5.8%	21	20.2%	17	13.7%	8	6.4%	?

※ ICBA = International Conference on Biometric Authentication

※ ICB = International Conference on Biometrics

# IJCB2011とは？ (1/2)

5

- International Joint Conference on Biometrics 2011  
[http://www.cse.nd.edu/IJCB\\_11/](http://www.cse.nd.edu/IJCB_11/)
  - 2011年10月10日～13日 @Washington D.C.
  - International Conference on Biometrics (ICB) と International Conference on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS) の合同開催の国際会議
- 査読について
  - ダブルブラインドレビュー (ICB2009から)
  - rebuttal (今回の試み)  
コンピュータビジョンなどのトップカンファレンスでは、ダブルブラインドで査読をするとともに、査読結果に対して著者が一度だけ反論をすることができるシステムを採用している

# IJCB2011とは？ (2/2)

---

6

## ■ 発表について

- 口頭発表およびポスター発表
- ポスター発表の場合は, two-minute spotlights でスライド1枚を使って概要を紹介する

## ■ 投稿件数

- 324件
- 多かったトピック: 顔(71件), 指紋(29件), 虹彩(29件)
- 26の国から投稿
- BTAS2010の約2倍の投稿件数

## ■ 採択件数

- 口頭発表: 31件
- ポスター発表: 76件 (+コンペの報告3件)

# 国際会議にみる最近の研究動向

	ICBA2004		ICB2006		ICB2007		ICB2009		IJCB2011	
Face	30	28.8%	27	26.0%	41	33.1%	44	35.2%	44	40.0%
Speech	8	7.7%	3	2.9%	6	4.8%	9	7.2%	2	1.8%
Fingerprint	23	22.1%	19	18.2%	21	16.9%	11	8.8%	14	12.7%
Palmprint	3	2.9%	2	1.9%	4	3.2%	6	4.8%	3	2.7%
Multimodal	10	9.6%	7	6.7%	8	6.5%	24	19.2%	16	14.5%
Gait	0	0%	3	2.9%	5	4.0%	6	4.8%	7	6.4%
Iris	11	10.6%	18	17.3%	12	9.7%	13	10.4%	6	5.5%
Signature	13	12.5%	4	3.8%	10	8.1%	4	3.2%	4	3.6%
Other	6	5.8%	21	20.2%	17	13.7%	8	6.4%	14	12.7%

※ ICBA = International Conference on Biometric Authentication

※ ICB = International Conference on Biometrics

# IJCB2011の傾向(詳細・生体特徴)

8

Modality	Oral	Poster	Total	
Face	8	36	44	40.0%
Fingerprint	5	9	14	12.7%
Gait	2	5	7	6.4%
Gender	1	4	5	4.5%
Multimodal	5	11	16	14.5%
Signature	1	3	4	3.6%
Keystroke	1	2	3	2.7%
Palmprint	0	3	3	2.7%
Vein	1	1	2	1.8%
Speech	2	0	2	1.8%
Iris	3	3	6	5.5%
Ear	0	2	2	1.8%
Dental	0	1	1	0.9%
Retina	0	1	1	0.9%



# IJCB2011の傾向(詳細・分野)

Topic	Oral	Poster	Total	
Recognition	7	22	29	26.4%
Preprocessing	6	12	18	16.4%
Evaluation	2	8	10	9.1%
System	1	3	4	3.6%
Representation	5	9	14	12.7%
Classification	1	5	6	5.5%
Identification	0	4	4	3.6%
Competition	0	4	4	3.6%
Database	0	1	1	0.9%
Fusion	4	5	9	8.2%
Spoofing	3	2	5	4.5%
Template Protection	2	4	6	5.5%

# セッションタイトル

10

Session title	# of presentations	Oral/Poster
Fingerprint	4	Oral
Fingerprint and Soft Biometrics	14	Poster
Other Biometrics	3	Oral
Palm/Text/Writer/Fusion	14	Poster
Fusion	3	Oral
Face	4	Oral
2D Face	14	Poster
Spoofing/Anti-Spoofing	4	Oral
Face/Template Protection	13	Poster
Other Biometrics/Speaker/Privacy	5	Oral
Gait and Iris	4	Oral
Face/Other/Spoofing	13	Poster
Iris/Gait/Face	12	Poster
Best-Reviewed Papers Session	4	Oral

## ■ 口頭発表

- Do You See What I See?: A More Realistic Eyewitness Sketch Recognition
- Fusing with Context: A Bayesian Approach to Combining Descriptive Attributes
- Counter-Measures to Photo Attacks in Face Recognition: A Public Database and a Baseline

## ■ Best-Reviewed Papers (査読の評価が高かった論文)

- Latent Fingerprint Enhancement via Robust Orientation Field Estimation
- Mining Patterns of Orientations and Magnitudes for Face Recognition
- Twins 3D Face Recognition Challenge
- Gait-based Age Estimation Using a Whole-generation Gait Database

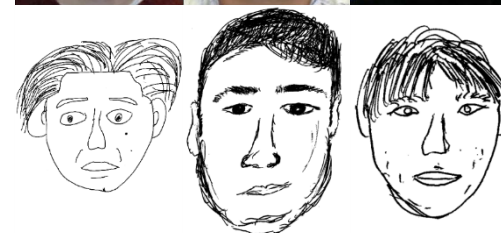
# Do You See What I See?: A More Realistic Eyewitness Sketch Recognition

12

- 複数の目撃者が作成したスケッチと写真をマッチングし、犯罪捜査に役立てたい
- 従来: 警官が描いたスケッチを対象としていた(経験がフィードバックされているスケッチになっている)
- 提案: 目撃者が描いたスケッチは, 全体が似てなくとも, 印象に残っている局所的な特徴をとらえている



警官が描いたスケッチ(似てない例)  
Artistic sketches



目撃者が描いたスケッチ  
Non-artistic sketches

- LFW (Labeled Faces in the Wild) に代表される最近の顔画像データベースは、よいアルゴリズムでも80%くらいの性能しか得られていない
  - LFWは、webニュースなどに載っている著名人の写真を集めたデータベース
  - 撮影環境が各写真で大きく異なっている
- 提案: 顔画像から得られるその他の生体特徴(性別, 年齢など)も組み合わせて, 総合的に認証する



Gender: Male Ethnicity: Asian Hair: Black Wearing Eyeglasses Estimated Age: 28	Gender: Female Ethnicity: European Hair: Brown Not Wearing Eyeglasses Estimated Age: 22	Gender: Male Ethnicity: African Eyebrows: Bushy Weight: Skinny Estimated Age: 34
--	---	--

Visual Attrs. & Accuracy	Contextual Attrs.
Age (+/- 7 years); 89.9%	Lives in city $X$
Gender; 86.7%	Works as $X$
Eyeglasses; 96.6%	Works at $X$
Weight: Chubby; 87.8%	Has $n$ children
Eyebrows: Bushy; 88.2%	Is the mother of $X$
Hair Color: Black; 92.3%	Is the brother of $X$
Hair Color: Brown; 86.5%	Frequents bank $X$
Ethnicity: Asian; 94.6%	Owens a car
Ethnicity: African; 97.4%	Attends school $X$
Ethnicity: European; 87.1%	Graduated in $X$

- 最近の論文にみる典型的な例
  - 新しいモダリティに対して、データベースを作成・公開するとともに、ベースラインとなるアルゴリズムを提案する
- 提案: 顔写真の印刷物および実際の人物の動画のデータベースおよびオプティカルフローによる動き検出を用いたなりすまし検出アルゴリズム



印刷した顔写真の例

動画像: QVGA, 25fps, 約10秒

撮影環境①: 一様な背景, 固定照明

撮影環境②: 複雑な背景, 変動照明

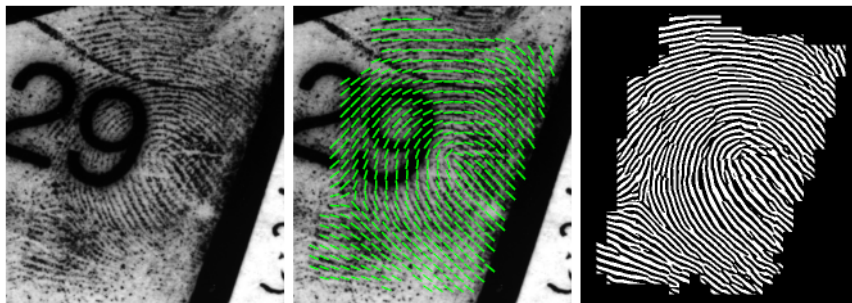
画像数: 実際のアクセス200シーケンス, 攻撃200シーケンス

データベースは, 学習用, 開発用, テスト用の3つに分けられている

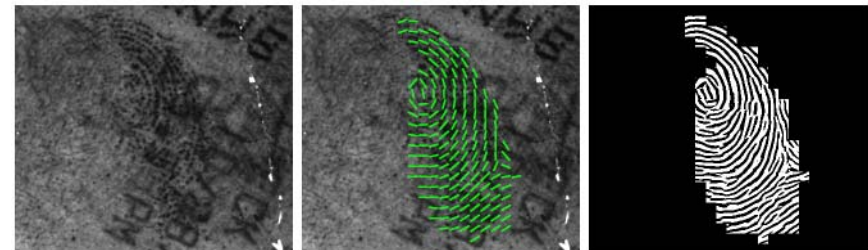
# Latent Fingerprint Enhancement via Robust Orientation Field Estimation

15

- 何らかの物体に残っている指紋(遺留指紋)を抽出し, 犯罪捜査に役立てる
- 従来: 画質が悪く, 大量のノイズが含まれているので, 熟練した捜査官が時間をかけて特徴点を抽出している
- 提案: 処理を部分的に自動化することで, 作業時間を削減する
  - 高精度に隆線方向を推定することで, 遺留指紋画像を強調する(復元するに近い)
  - ただし, 指紋領域とコアは, 手動で選択する

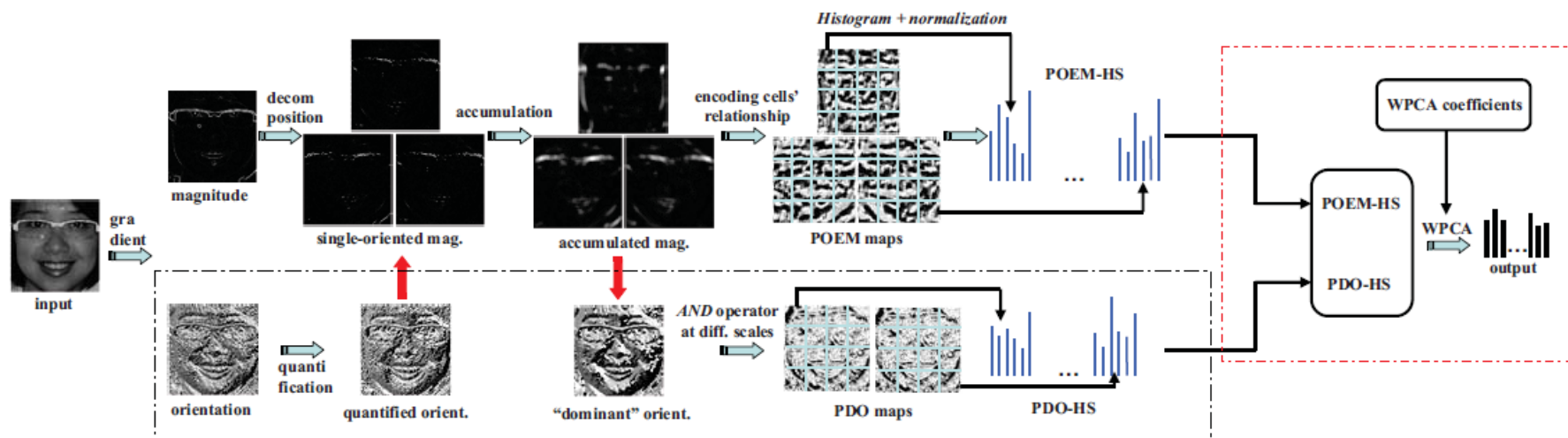


画質がよい遺留指紋の例



画質が悪い遺留指紋の例

- 顔認証のための新しい特徴記述子の提案
  - 最近のコンピュータビジョンの流れ
  - POEM (Patterns of Oriented Edge Magnitudes)
  - PDO (Patterns of Dominant Orientations)
- FERET およびARデータベースを用いた評価により, 従来に比べて, よい性能を達成している

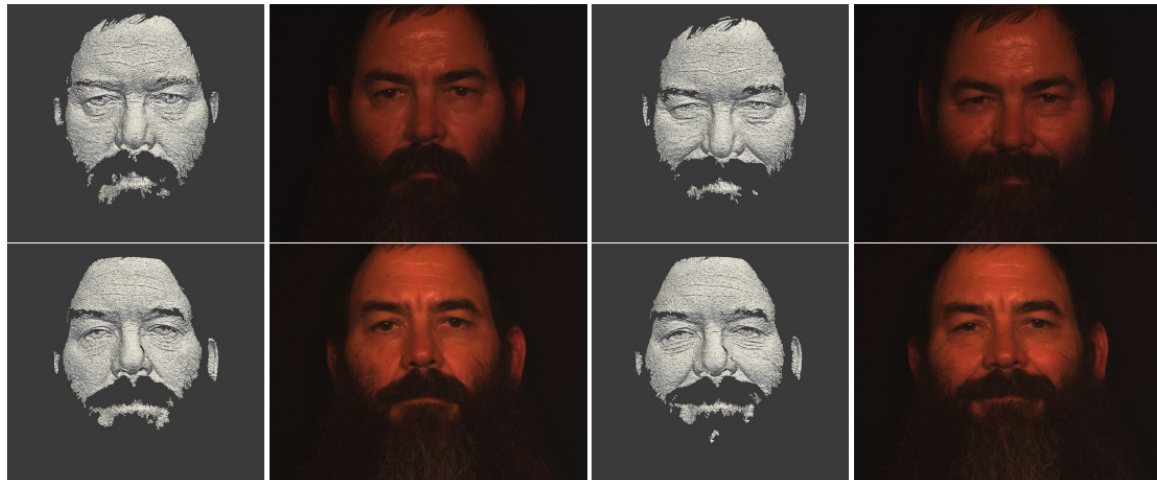




# Twins 3D Face Recognition Challenge

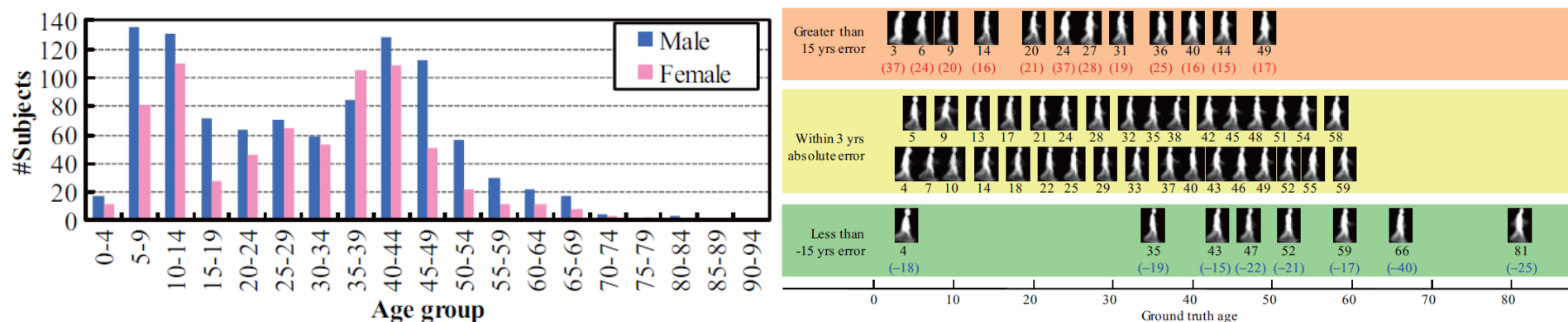
17

- 3D Twins Expression Challenge (“3D TEC”) Dataset
  - 既存のデータベースは、だいたい認識できるので、さらに困難なデータベースを作成した
  - 107ペアの双子に対して、無表情と笑顔をVivid 910で計測した(合計で428の3次元データ)
- 4つの研究機関がそれぞれのアルゴリズムを提案し、3D TECで性能比較を行った
  - まだまだアルゴリズムの改善の余地がある



# Gait-based Age Estimation Using a Whole-generation Gait Database

- 従来: 大規模かつ幅広い年齢層の被験者が含まれている歩容データベースがなかった
- 提案: 大規模で幅広い年齢層の歩容データがあれば, 年齢推定ができる
  - 作成したデータベース: 1,728 人 (2歳~94歳)
  - 10mの通路を歩いている人物を2台のカメラで動画撮影
  - Gaussian Process Regression (GPR) を用いたベースラインアルゴリズムの提案



- 全口頭発表について、独自にメモを取っていたので、紹介します
- メモを読む際の注意事項
  - 私見が含まれているので、それを考慮して読んでください
  - あくまで簡単なメモなので、詳細については、論文を読んでください
  - ポスター発表については、メモを取りきれなかったので省略します

- Fingerprint Matching by Incorporating Minutiae Discriminability
  - 特徴点の位置の分布を利用して照合に使えるような特徴点を抽出する
  - Minutiae triple と Orientation descriptorを無味合わせてスコアを求める
  - FVC2004で性能を評価している(FVC On-Goingにもアルゴリズムを投稿している)
- Fingerprint Enhancement Using Hierarchical Markov Random Fields
  - 指紋の局所構造 (local patch) について, MRFを使って最適な構造を選択する
  - FVC2006を使って性能を評価している
- Separating Overlapped Fingerprints Using Constrained Relaxation Labeling
  - 重なっている遺留指紋の分離をする
  - はじめのマスク(指紋領域)の作成は, 人手で行っている
  - 重なっている領域について, どちらの指紋に属するかをラベリングする
- A Bayesian Approach to Fingerprint Minutia Localization and Quality Assessment Using Adaptable Templates
  - NISTのデータベースにおいて, latentとrolledで特徴点の数が大きく異なっている
  - Templateを作ってベイズ推定に基づいて特徴点の位置を見つける

- Fusion of Directional Transitional Features for Off-Line Signature Verification
  - 筆跡の推移のパターンを符号化し, 新しいdescriptorを提案する
- Continuous and Non-intrusive Identity Verification in Real-time Environments Based on Free-Text Keystroke Dynamics
  - n-graph (2つもしくは3つのキーストロークの時差)を使って2語のブロック間でマッチングする
  - 適応的にユーザーモデルを更新する
- Eyebrow Shape-Based Features for Biometric Recognition and Gender Classification: A Feasibility Study
  - MBGCのNIR画像とFRGCの画像を使っている
  - Global と local な特徴を組み合わせている

- 
- Heterogeneous Information Fusion: A Novel Fusion Paradigm for Biometric Systems
    - 組み合わせの際に, いろいろな情報(画質など)を組み合わせる
    - 単一のモダリティでもいろいろな情報が含まれているので, それらを有効活用すれば性能が向上する
  - Combination of Multiple Samples Utilizing Identification Model in Biometric Systems
    - ある人物の複数入力された指紋を使ってidentification model を作り, 性能を向上させる
  - Score-level Fusion Based on the Direct Estimation of the Bayes Error Gradient Distribution
    - ノンパラメトリックにスコア分布の徴兵面を求める
    - Bayes error gradient という新しい指標を用いる
    - さらに事前知識(学習結果)を使うことで性能が改善される

- 
- Synthesis-based Recognition of Low Resolution Faces
    - Remote face recognition だと画像の解像度が低い
    - 高解像度のデータベースが与えられたときの低解像度画像の顔認識
    - 明るさに対して, Albedo estimate と3D illumination modelを用いている
  - 3D Face Sketch Modeling and Assessment for Component Based Face Recognition
    - スケッチと写真と3Dデータがあるときに, それからスケッチを変形させる
    - AAMで特徴点を求め, Catmull-Rom splineで補間する(変形する)
  - Do You See What I See?: A More Realistic Eyewitness Sketch Recognition
    - ピックアップ論文を参照してください
  - Fusing with Context: a Bayesian Approach to Combining Descriptive Attributes
    - ピックアップ論文を参照してください

- Counter-Measures to Photo Attacks in Face Recognition: A Public Database and a Baseline
  - ピックアップ論文を参照してください
- Robustness of Multi-modal Biometric Verification Systems Under Realistic Spooing Attacks
  - マルチモーダルバイオメトリクスに対するなりすまし
  - 顔(写真)と指紋(グミ)を使ったデータベース
  - 問題提起のための発表
- Face Spooing Detection From Single Images Using Micro-Texture Analysis
  - LBPを用いたなりすまし(顔の写真)の検知する
- Contourlet Appearance Model for Facial Age Estimation
  - AAMやASMに変わるCAM(AAMのModified version)を提案している
  - CAMを使って年齢推定をする
  - FG-NETおよびPALデータベースを使って評価している



# Other Biometrics/Speaker/Privacy (1/2) <sup>25</sup>

---

- Spectral Minutiae for Vein Pattern Recognition
  - 手の甲にある静脈を使った認証
  - Spectral minutiae representation を使って特徴点を抽出し, log-polar展開して, さらにフーリエ変換したものを特徴としている
  - スコアをNCCで求めている
- Fundamental Statistics of Relatively Permanent Pigmented or Vascular Skin Marks for Criminal and Victim Identification
  - 身体(背中)のほくろなどのmarkを使って認証する
  - 個人認証よりも身元確認などへの応用を検討している
  - 作成したデータベースは公開する予定である
- Speech Cryptographic Key Regeneration Based on Password
  - パスワードと音声を使って暗号化することで, 安全性を強化する
- Fast Speaker Verification on Mobile Phone Data Using Boosted Slice Classifiers
  - 携帯電話のための話者認証
  - コンピュータビジョンで使われているようなバイナリコードを使っている
  - LBPでコード化してAdaBoostで検出している

# Other Biometrics/Speaker/Privacy (2/2) <sup>26</sup>

---

- Unconditionally Provably Secure Cancelable Biometrics Based on a Quotient Polynomial Ring
  - Correlation filterをガロア体上の演算にすることで、キャンセルするバイオメトリクスを実現している

- 
- Maximization of Mutual Information for Multi-view Gait-based Gender Classification Using Gabor Feature
    - 認証(認識)ではなく, soft biometrics-based classificationである
    - Gaborフィルタで特徴を抽出し, HMMを使ってGender classificationを行っている
  - Long Range Iris Acquisition System for Stationary and Mobile Subjects
    - 歩いてくる人の虹彩を撮影するためのシステムを開発している
    - Canon 5D と望遠レンズを使い, 顔をアップで写すことで, 虹彩を鮮明に撮影することができる
  - A Comparative Evaluation of Iris and Ocular Recognition Methods on Challenging Ocular Images
    - パッチに分割して画像のひずみを補正している
    - Gabor waveletで特徴を抽出し, Loopy belief propagationでスコアを求めている
    - これだけでは不十分なので, iriscodesも合わせて使っている
  - Robust Iris Recognition Based on Correlation Matching of Gabor Images
    - Gaborフィルタを書けた画像に対して, MACEフィルタを使って虹彩画像を照合している
-

# Best-Reviewed Papers Session

---

28

- Latent Fingerprint Enhancement via Robust Orientation Field Estimation
  - ピックアップ論文を参照してください
- Mining Patterns of Orientations and Magnitudes for Face Recognition
  - ピックアップ論文を参照してください
- Twins 3D Face Recognition Challenge
  - ピックアップ論文を参照してください
- Gait-based Age Estimation Using a Whole-generation Gait Database
  - ピックアップ論文を参照してください

- 指紋・顔・虹彩照合アルゴリズムは、性能に差がなくなってきたので、より照合が難しいデータベースで差を出そうとしている
- 大規模なデータベースを構築して公開するとともに、ベースラインとなるアルゴリズムを提案する必要がある
  - 大規模じゃないと世界ではなかなか認められない
- 識別性能の高い生体特徴(指紋, 虹彩など)だけではなく, おおざっぱに分類するような生体特徴(性別, 年齢などのソフトバイオメトリクス)も活発に研究されている
  - 難しいデータベースが増えているため, 多種多様な生体特徴を組み合わせるアプローチが増えている
- 歩きながら正確に認証するために, 目の周囲 (ocularあるいはperiocular )を使った認識アルゴリズムが提案されている

# 国際会議にみる最近の研究動向

	ICBA2004		ICB2006		ICB2007		ICB2009		IJCB2011		ICB2012	
face	30	28.8%	27	26.0%	41	33.1%	44	35.2%	44	40.0%	25	30.9%
speech	8	7.7%	3	2.9%	6	4.8%	9	7.2%	2	1.8%	3	3.7%
fingerprint	23	22.1%	19	18.2%	21	16.9%	11	8.8%	14	12.7%	11	13.6%
palmpoint	3	2.9%	2	1.9%	4	3.2%	6	4.8%	3	2.7%	3	3.7%
multimodal	10	9.6%	7	6.7%	8	6.5%	24	19.2%	16	14.5%	4	4.9%
gait	0	0%	3	2.9%	5	4.0%	6	4.8%	7	6.4%	2	2.5%
iris	11	10.6%	18	17.3%	12	9.7%	13	10.4%	6	5.5%	15	18.5%
signature	13	12.5%	4	3.8%	10	8.1%	4	3.2%	4	3.6%	0	0.0%
other	6	5.8%	21	20.2%	17	13.7%	8	6.4%	14	12.7%	18	22.2%

※ ICBA = International Conference on Biometric Authentication

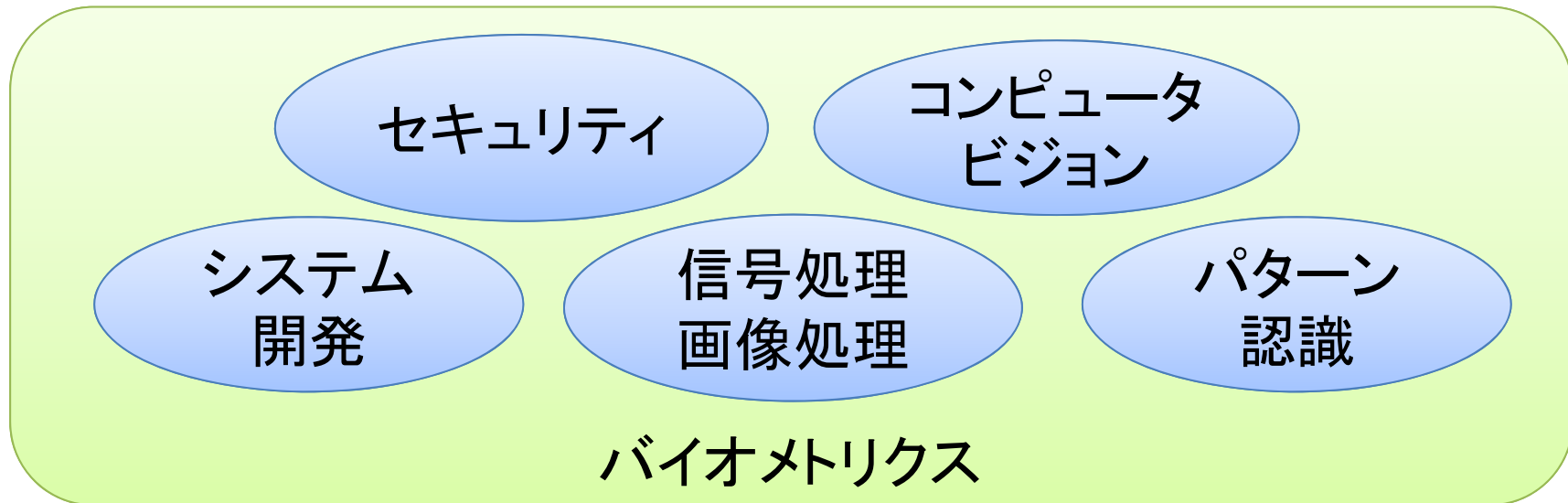
※ ICB = International Conference on Biometrics

# 第1回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム<sup>31</sup>

---

- 2011年11月22日～23日@東京理科大学  
<http://www.aoki.ecei.tohoku.ac.jp/sbra2011/>
- 27件の一般発表, 2件の招待講演, 1件の特別講演
  - 指・虹彩, 顔, 手, 文字・発話, セキュリティ, その他の生体特徴の6セッション(既発表の成果についても発表ができた)
  - 招待講演(セキュリティ)  
菊池先生(東海大):「プライバシー保護データマイニングの研究動向とバイオメトリクス認証への応用」
  - 招待講演(パターン認識)  
岩村先生(大阪府大):「大規模事例の近似最近傍探索に基づく高速なパターン認識～特定物体認識・文書画像検索・文字認識を例に～」
- 2012年に第2回を開催予定

- バイオメトリクスに関する最新の研究動向を紹介した
- バイオメトリクスは, さまざまな分野の上に成り立っているので, 異なる分野のアプローチを勉強をすることも重要である



- 国内で評価用の大きなデータベースを作りたい
- ベースラインとなるアルゴリズムを実装して公開したい...と思っています



# スライドについて

---

33

- セッションが終わったら, スライドを置いているwebページのアドレスをつぶやきます (@ko3125)
- 私のホームページでも公開します