

犯罪捜査にも利用される 「耳紋」データベース生成

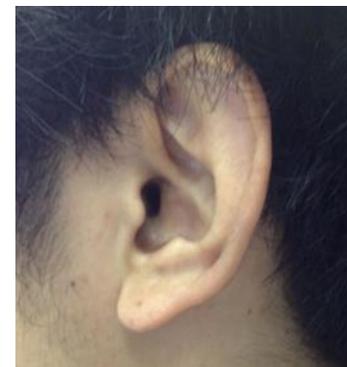
東京都立大学 システムデザイン学部 情報科学科
教授 西内 信之

2025年11月25日

社会的背景

- 人間の生体情報を利用した個人認証が幅広く利用。これらの生体情報は犯罪捜査における犯人の特定にも活用。
- 警察の捜査においては、防犯カメラに記録された顔画像や耳画像、犯行現場で発見される指紋、DNAなどの生体情報を犯人特定の手がかりとして取得し、別の現場で発見された生体サンプルや、取り調べによって得られた生体サンプルと照合。
- 照合の結果は、事件の関連性や犯人候補の絞り込み、鑑定結果の証拠としての活用など、事件解決のために大きな役割。

耳による個人認証



耳介

側頭部両脇にある集音及び音の増幅機能をもつ扇状の構造物。
個人認証に十分な識別性があり、様々な耳介認証の研究がある。

耳紋

壁や窓ガラスに耳を当てたときに残留する耳の痕跡。
耳紋は接触した耳介の形状を反映しており、個人認証が可能。
欧米では犯罪現場の約15%で耳紋が発見されることが報告。



従来技術とその問題点

耳介は柔らかく押し付けると弾性変形する。従来の耳紋認証では、押し付け力が十分考慮されていない単純なパターン照合に留まる。同一人物でも再現性が低いことが課題。



耳紋採取装置 (otometer)



転写用シート

ポーランド警察中央鑑識研究所では、押し付け力は3パターンのみ
(約 9.8 N / 19.6 N / 29.4 N)

新技術の特徴・従来技術との比較

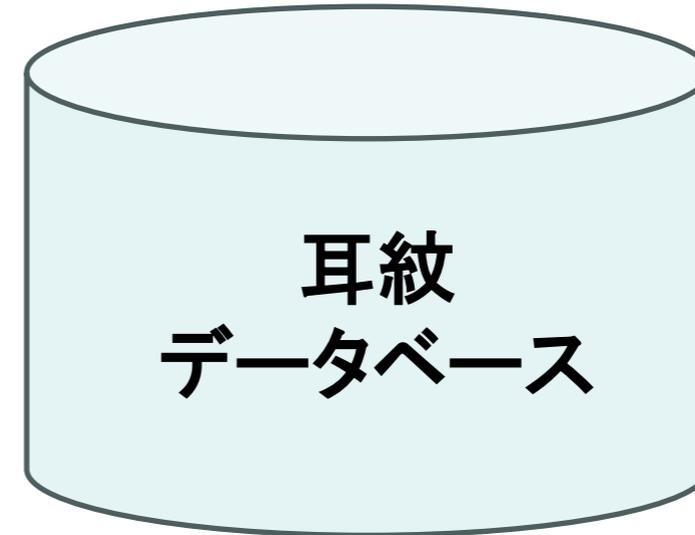
- 耳紋画像と耳の押し付けカデータを同期・紐づけて保存
- 多様な押し付け条件下でも高精度な照合を実現
- 犯罪現場に残る多様な耳紋パターンに対応できる可能性
- 耳紋認証を実用的な捜査支援技術へ発展させる

想定される用途

本研究で提案する耳紋データベースは警察の犯罪捜査支援を想定。犯行現場で発見された耳紋と、警察関係機関で取得した被疑者の耳紋データセットを照合して調査に活用。



警察関係機関

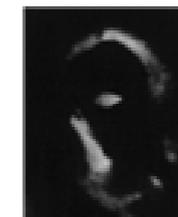


?



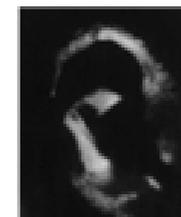
5N

...



15N

...



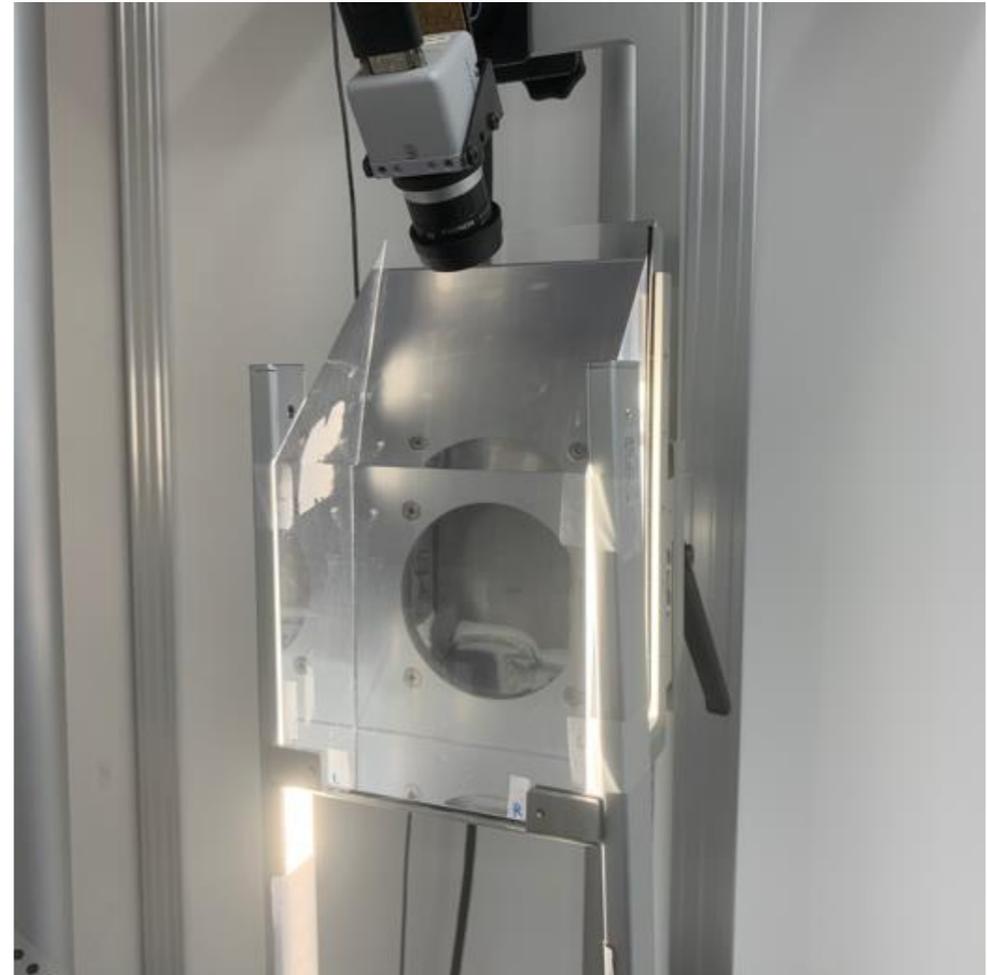
30N

想定される用途

新たな生体認証方法としての活用方法も模索中。
既存の生体認証における課題などを踏まえ、既存方法での認証が難しい場面や既存方法とかけ合わせたより高精度な認証に利用することなどを検討。

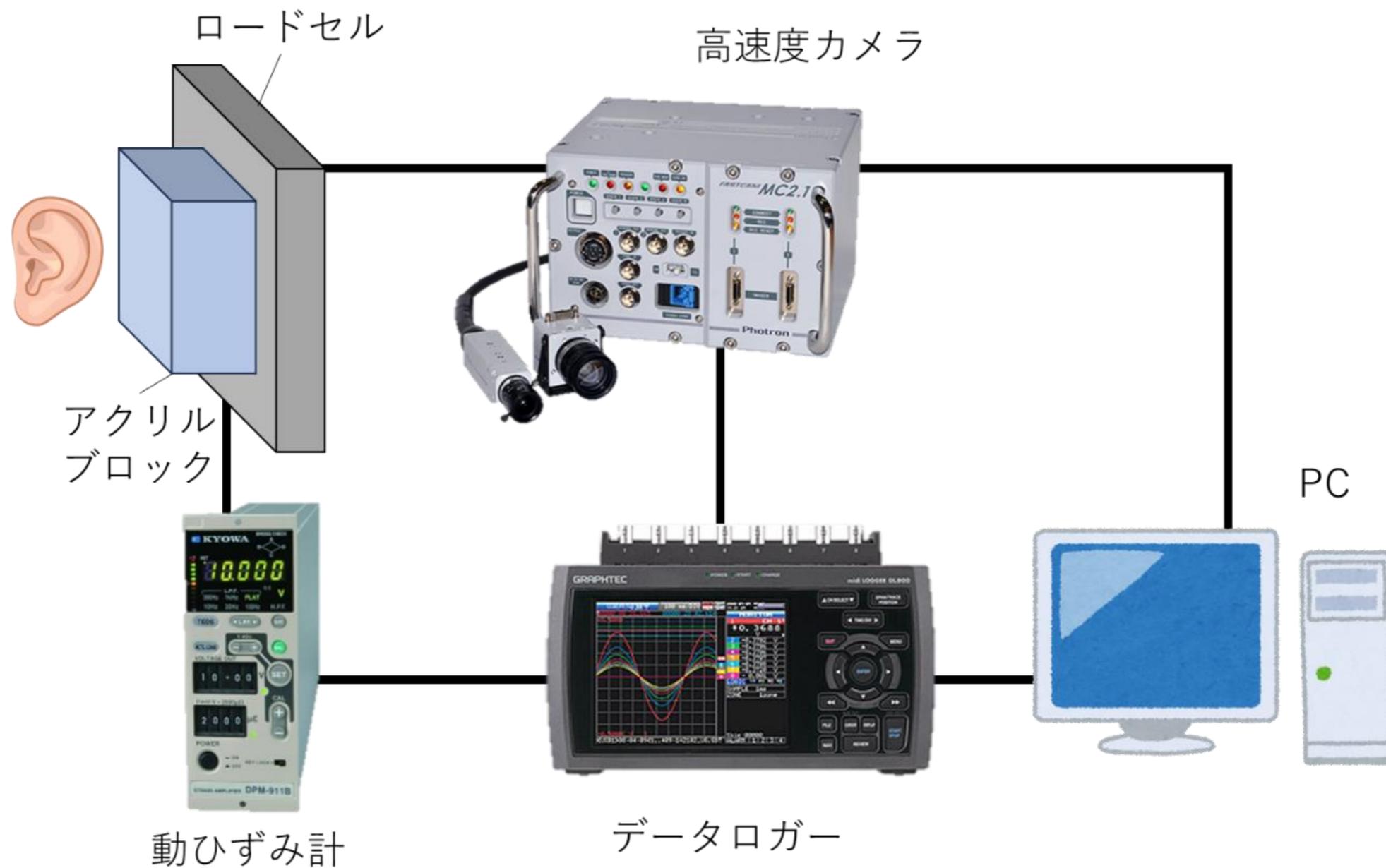
特徴	耳紋	指紋	虹彩	静脈
認証精度	高い	高い	非常に高い	高い
認証精度への影響因子	ケガによる変形	湿度、傷、摩耗、皮膚状態	照明、眼疾患 視力補正器具	寒冷環境、 血流、体調
偽造難易度	非常に困難	比較的容易	非常に困難	非常に困難

耳紋取得装置



耳紋撮影部分拡大図
高速度カメラとロードセルを組合せた構成

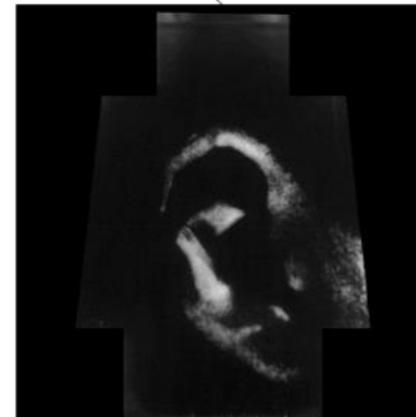
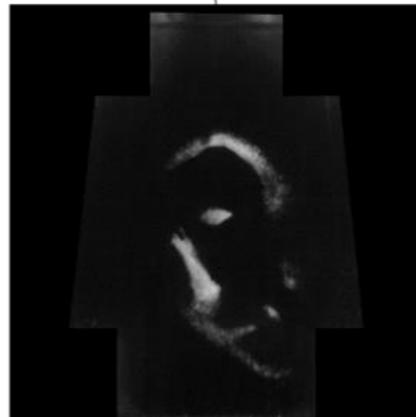
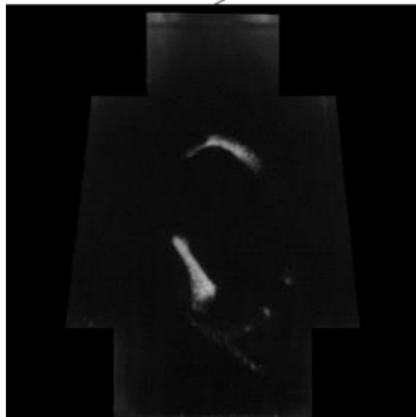
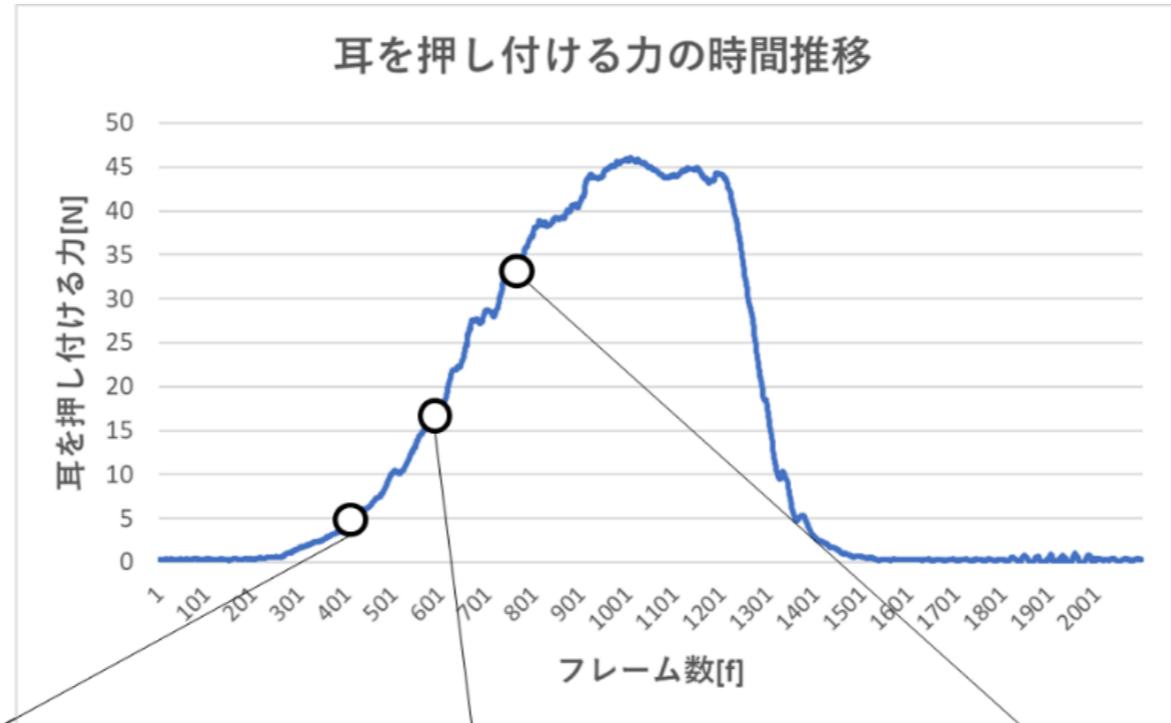
システム構成



耳紋取得時の様子



取得された耳の押し付け力と耳紋画像



認証精度評価実験

- 20～27歳の大学生・大学院生30名を対象に、耳の押し付け力を測定しながら左右各5回撮影。
- 実験参加者は、5秒で力を加え、3秒維持し、5秒で離す手順で実施。
- 約16秒間（約2000枚）の連続画像を取得し、押し付け力は1250Hzで記録。

認証に用いるデータおよび評価

- 本実験では、1回の撮影で得られた約2000枚の耳紋画像から、押し付け力が αN ($\alpha = 5 \sim 30$ の整数値)の26枚を抽出。
- 参加者1名あたり、左右5回の撮影を行い、4回分(計104枚)を学習用、1回分(26枚)をテスト用データとして用いた。
- 押し付け力15Nの耳紋画像1枚と耳紋DBの照合。最も類似度の高い人物が本人/他人を判定。識別率および誤識別率を算出。

耳紋照合アルゴリズム

■ ZNCCによる照合アルゴリズム

2枚の耳紋画像間の輝度パターンの類似度を正規化相互相関 (ZNCC) で算出。明るさやコントラストの差を補正し、最も相関の高い位置を照合結果として出力。

■ 局所特徴量 + SVMによる識別アルゴリズム

耳紋画像からLBP (局所二値パターン) とHOG (勾配方向ヒストグラム) の2種を抽出。それぞれ、SVM (ガウシアンカーネル) で個人識別を学習。正例：本人の耳紋、負例：他者の耳紋、を用いて分類精度を最適化。

実験結果 (誤照合率)

特徴量ごとの誤照合率[%]

特徴量	FRR	FAR	GER
LBP	9.2	7.5	8.3
HOG	1.6	1.6	1.6
ZNCC	2.0	2.0	2.0
ZNCC + HOG	0.6	0.1	0.3

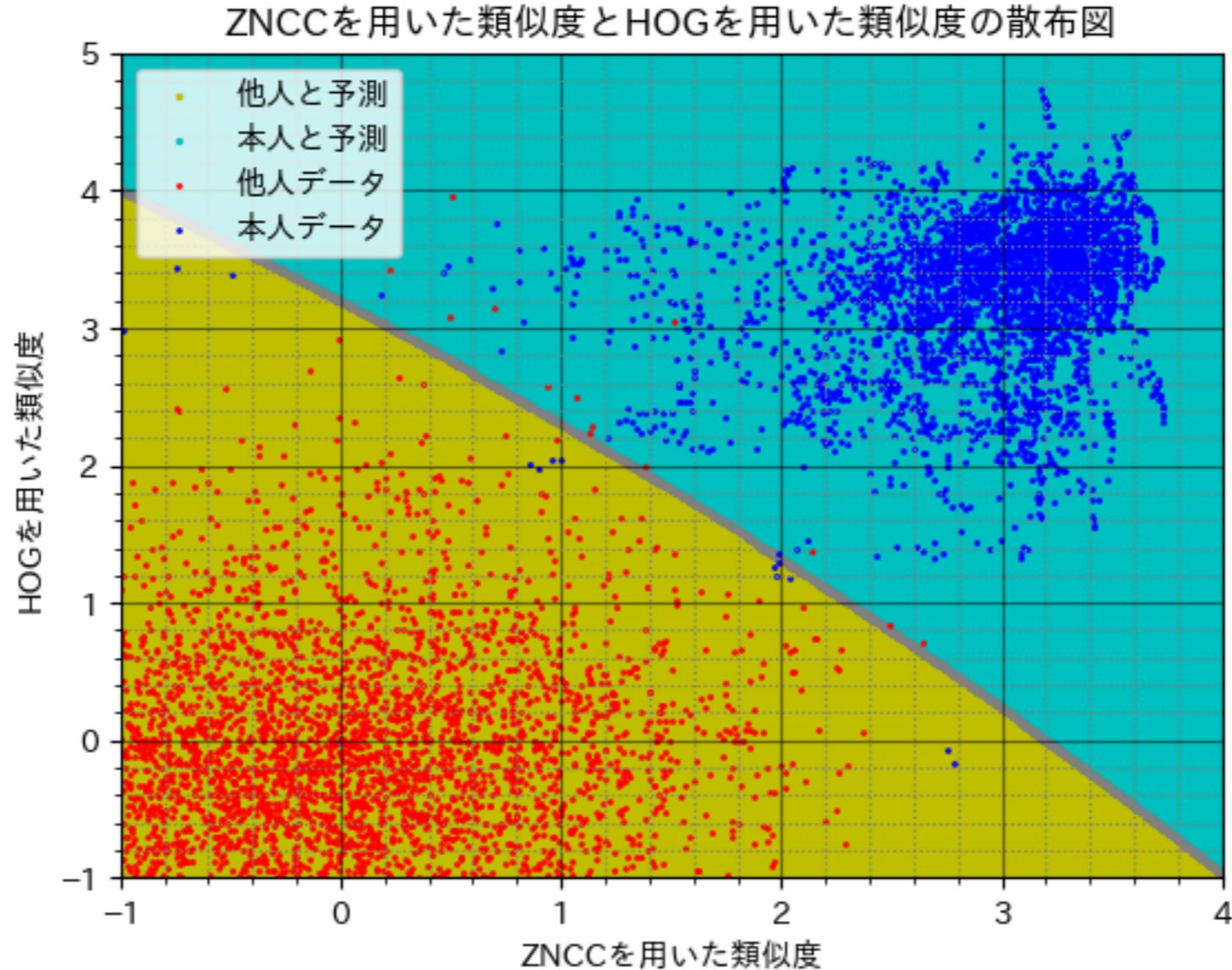
FRR : False Reject Rate

FAR : False Accept Rate

GER : G-mean based Error Rate

$$GER = 1 - \sqrt{(1 - FRR) \times (1 - FAR)}$$

実験結果 (ZNCC + HOG)



ZNCCとHOGの類似度を用いたSVMによる分類結果 (左耳)

実用化に向けた課題

- 実験参加者を増やし、より多様な条件下での詳細な検証が必要。
- 現在は、基本的なパターンマッチング、機械学習アルゴリズムによる照合を採用しており、認証精度にはさらなる改善の余地あり。
(今後、AI・機械学習技術を高度に取り入れることで、照合精度の一層の向上が期待。)
- 法的・倫理的扱いについても今後の検討が必要。
- 既存の指紋・顔などの警察システムとの連携の検討。

企業への期待

- 生体認証用カメラモジュールやセンサー設計、組み込み認証システム開発、セキュリティ評価の分野に強みを持つ企業と連携し、耳の形状取得の安定化・高速照合アルゴリズムの最適化・筐体設計の実装検証などを進めていきたい。研究室単独では難しい実機検証や量産化を見据えたプロトタイプ開発、法的・制度的な実用化評価も企業と共に推進したい。
- 将来的には、警察関係機関への導入を目指し、企業と連携しながら協議・交渉を進めていきたい。
(例えば、2010年代半ばには、可搬型の顔画像検出・照合装置が全国の都県警に配備)
- 新たな生体認証方法として、応用先の検討および共同開発を行いたい。(既存の認証方法の課題整理、耳紋認証の可能性について議論)

企業への貢献、PRポイント

- 本技術は、耳紋データの高精度取得・照合を自動化できます。将来的に、本システムを日本全国の都県警に配備し、犯罪捜査支援インフラとしての全国展開が期待されます。これにより犯罪の早期解決や再犯防止に寄与し、社会的信頼の高い製品開発に貢献できると考えています。
- 導入にあたっては、企業と連携し、追加実験を通じて科学的な裏付けを確立し、実用化に向けた信頼性データの整備を行うことが可能です。
- 本格導入にあたっての技術指導等が可能です。

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 耳紋データベース生成システム
- 出願番号 : 特願2018-118968
- 出願人 : 東京都公立大学法人
- 発明者 : 西内 信之

お問い合わせ先

東京都立大学

産学公連携センター URAライン

T E L 042-677-2202

e-mail sangaku-ura@jmj.tmu.ac.jp