

平成22年5月20日現在

研究種目：若手研究 (B)
 研究期間：2008 ～ 2009
 課題番号：20700151
 研究課題名 (和文) 高性能・高安全なバイオメトリクス認証システムの開発
 研究課題名 (英文) Development of a High-Performance and High-Security Biometric Recognition System
 研究代表者
 伊藤 康一 (ITO KOICHI)
 東北大学・大学院情報科学研究科・助教
 研究者番号：70400299

研究成果の概要 (和文) : 本研究では、掌紋認証を例として、バイオメトリクス認証システム (生体認証システム) の性能向上と安全性の向上の両面から取り取り組んできた。具体的には、撮影時に生じる生体画像の複雑な変形を高精度に補正することで、システムの認証性能を向上させた。また、画像そのものをデータベースに登録するのではなく、画像の位相情報を登録することで、登録データに秘匿性を持たせ、システムの安全性を向上させた。

研究成果の概要 (英文) : In this project, I have developed a high-performance and high-security biometric recognition system using palmprint images. To enhance the recognition performance of the system, nonlinear image distortion of palmprint images is corrected during palmprint recognition. Also, to enhance the security of the system, the registered data in the system is not palmprint images but phase information of images which is obtained by DFT (Discrete Fourier Transform) of images.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2008年度 | 1,600,000 | 480,000 | 2,080,000 |
| 2009年度 | 1,500,000 | 450,000 | 1,950,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,100,000 | 930,000 | 4,030,000 |

研究分野：計算機科学

科研費の分科・細目：情報学・知覚情報処理・知能ロボティクス

キーワード：(1) 画像, 文章, 音声等認識 (2) デジタル信号処理, (3) 画像照合, (4) 位相限定相関法, (5) 個人認証

1. 研究開始当初の背景

ユビキタス情報社会において、個人情報の保護や個人認証を正確に、かつ確実にを行うために高性能・高信頼なセキュリティ技術が必要とされている。これに対し、高い信頼性と

利便性を実現する次世代のセキュリティ技術として、個人の身体的・行動的特徴をそのまま認証情報として利用するバイオメトリクス認証 (生体認証) が注目されている。バイオメトリクス認証において利用される身体的・行動的特徴は、指紋・顔・虹彩・筆跡

などがある。その中でも、近年、新しい生体特徴として掌紋（手のひらのパターン）を使った認証システムが性能および利便性の高さより注目を浴びている。ユビキタス情報社会における高性能・高安全な個人認証システムを実現するために、これらの生体特徴を用いた個人認証システムの開発は、きわめて重要である。

2. 研究の目的

研究の目的は、以下の2項目である。

(1) 性能の向上

手のひらなどの生体特徴は、常に同じ姿勢で撮影することができないため、同じ人から撮影した画像でもひずみが生じてしまう。そのため、正確に認証するために、非線形で複雑な変形を補正することができる認証アルゴリズムを開発する。そして、大規模な掌紋画像データベースを使った性能評価実験を行い、画像のひずみを補正することで認証性能が向上することを実証する。

(2) 安全性の向上

バイオメトリクス認証システムの安全性を高めるためには、データベースに格納する登録データに秘匿性を持たせる必要がある。そこで、画像の位相情報を利用することで、登録データの安全性を向上させる。具体的には、位相情報を利用した安全性の高い登録データの生成手法と認証アルゴリズムを開発する。

3. 研究の方法

研究の方法は、以下の2項目である。

(1) 位相限定相関法を用いた認証アルゴリズムの高性能化、特にひずみ補正を加えることで認証性能を向上させる。

ひずんだ掌紋画像の場合、拡大縮小、回転、平行移動の補正だけでは正確に位置を合わせることができない。ひずんだ画像は、局所的なブロックがそれぞれ異なる方向に平行移動しているため、画像全体で位置を合わせることができないからである。そこで、画像ピラミッドによる粗密探索と位相限定相関法を用いた局所的な画像ブロックのマッチングを組み合わせた対応点探索を用いて登録画像と入力画像の対応点を高精度に求め、その対応関係から変形パラメータを推定し、画像のひずみを補正する。ひずんだ画像を補正する際には、どのような変形モデル（ひずみモデル）に当てはめるかが重要となる。そこで、変形モデルとして、非線形変換であるTPS（Thin-Plate Spline）を利用する。

(2) バイオメトリクス認証システムを構築する際に問題となるのがデータベースに登録するデータの形式である。たとえば、画像をそのまま登録すると、誤って外部に漏れたときに、個人が特定される危険性がある。これに対して、画像をフーリエ変換したときに得られる位相情報を登録データとして利用する。画像の位相情報は、一見すると乱数のように分布しているため、そのままでは何を表しているか読み取ることができない。ただし、逆フーリエ変換することで、元の画像の輪郭が現れてしまう。そこで、位相情報をそのまま登録するのではなく、認証に有効な複数の局所ブロックの位相を抽出し、さらに値を量子化することで、元の画像に戻すことができないデータを生成する。部分的な位相情報のみあれば、位相限定相関法を用いて照合できるため、登録データを隠しつつ、高性能な認証が可能となる。

4. 研究成果

本研究代表者が開発を進めてきた画像の位相情報に着目する画像マッチング（位相限定相関法）ならびにバイオメトリクス認証は、その有効性が評価されるとともに、画像処理や画像認識において重要な基盤技術であることが実証されつつある。本技術について、シンガポールで開催された Exploit-IP Program, TechLicensing Fair in Singapore で招待講演を、映像情報メディア学会メディア工学研究会においてチュートリアル講演を行い、広く注目された。本研究で取り組んだ掌紋認証アルゴリズムに関する研究発表に対して、第21回 回路とシステム軽井沢ワークショップ奨励賞が授与されている。本研究において開発した画像のひずみにロバストなバイオメトリクス認証アルゴリズムは、掌紋だけではなく、その他の生体特徴においても有効である。たとえば、歯科X線画像や顔画像に適用し、従来よりも認証精度が向上することを確認している。最近では、これらをまとめた本研究代表者らの学術論文が国内外で広く引用されている。また、本研究で取り組んだバイオメトリクス認証システムの開発では、いくつかの企業と研究機関との連携により、具体的な実験的検討を行うとともに、実用化に向けた検討を行った。特に、企業との連携では、開発してきた認証アルゴリズムを携帯端末などの組み込み機器へ実装することを検討しはじめている。これについては、引き続き検討を進めるとともに、早期実用化に向けて今後も研究を進めていく予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 11 件)

- ① K. Ito, A. Morita, T. Aoki, H. Nakajima, K. Kobayashi and T. Higuchi, Score-level fusion of phase-based and feature-based fingerprint matching algorithms, IEICE Trans. Fundamentals, E93-A, 607--616, 2010, 査読有
- ② 沼徳仁, 伊藤康一, 青木孝文, 近藤敏志, 位相限定相関法を用いた超解像デインタレーシング, 電子情報通信学会論文誌A, J92-A, 529--539, 2009, 査読有
- ③ M. Hiratsuka, K. Ito, T. Aoki, and T. Higuchi, Toward biomolecular computers using reaction-diffusion dynamics, International Journal of Nanotechnology and Molecular Computing, 1, 17--25, 2009, 査読有
- ④ A. Hayasaka, K. Ito, T. Aoki, H. Nakajima and K. Kobayashi, A robust 3D face recognition algorithm using passive stereo vision, IEICE Trans. Fundamentals, E92-A, 1047--1055, 2009, 査読有
- ⑤ S. Nagashima, K. Ito, T. Aoki, H. Ishii and K. Kobayashi, High-accuracy estimation of image rotation using 1D phase-only correlation, IEICE Trans. Fundamentals, E92-A, 235--243, 2009, 査読有
- ⑥ K. Miyazawa, K. Ito, T. Aoki, K. Kobayashi and H. Nakajima, An effective approach for iris recognition using phase-based image matching, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, 30, 1741--1756, 2008, 査読有
- ⑦ H. Amirshahi, S. Kondo, K. Ito and T. Aoki, An image completion algorithm using occlusion-free images from Internet photo sharing sites, IEICE Trans. Fundamentals, E91-A, 2918--2927, 2008, 査読有
- ⑧ A. Hayasaka, T. Shibahara, K. Ito, T. Aoki, H. Nakajima and K. Kobayashi, A passive 3D face recognition system and its performance evaluation, IEICE Trans. Fundamentals, E91-A, 1974--1981, 2008, 査読有
- ⑨ 伊藤康一, 二階堂旭, 青木孝文, 小菅栄子, 川股亮太, 鹿島勇, 歯科X線写真のための位相限定相関法を用いた高精度位置合わせアルゴリズム, 電子情報

通信学会論文誌 D, J91-D, 1788--1797, 2008, 査読有

- ⑩ M. Hiratsuka, K. Ito, T. Aoki and T. Higuchi, Shortest path search using a reaction-diffusion processor, International Journal of Unconventional Computing, 4, 113--123, 2008, 査読有
- ⑪ K. Ito, T. Aoki, H. Nakajima, K. Kobayashi and T. Higuchi, A palmprint recognition algorithm using phase-only correlation, IEICE Trans. Fundamentals, E91-A, 1023--1030, 2008, 査読有

[学会発表] (計 12 件)

- ① K. Ito, Y. Hanzawa, T. Aoki, E. Kosuge, R. Kawamata and I. Kashima, An improved dental radiograph identification system applicable to different types of imaging devices, Radiological Society of North America 2009, November 29--December 4, 2009, Chicago, USA
- ② K. Miyazawa, Y. Tajima, K. Ito, T. Aoki, A. Katsumata and K. Kobayashi, A novel approach for volume registration using 3D phase-only correlation, Radiological Society of North America 2009, November 29--December 4, 2009, Chicago, USA
- ③ E. Kosuge, K. Ito, Y. Hanzawa and T. Aoki, Large-scale performance evaluation of a dental radiograph matching system for forensic human identification, Radiological Society of North America 2009, November 29--December 4, 2009, Chicago, USA
- ④ K. Ito, Y. Hanzawa, T. Aoki, M. Inagaki, R. Kawamata and E. Kosuge, A practical human identification method using dental radiographs and dental CT data, Radiological Society of North America 2009, November 29--December 4, 2009, Chicago, USA
- ⑤ K. Ito, A. Suzuki, S. Nagashima and T. Aoki, Performance evaluation using mandelblot images for image registration algorithms, IEEE International Conference on Image Processing 2009, November 7--10, 2009, Cairo, Egypt
- ⑥ K. Ito, S. Iitsuka and T. Aoki, A palmprint recognition algorithm using phase-based correspondence matching, IEEE International Conference on

Image Processing 2009, November 7--10, 2009, Cairo, Egypt

- ⑦ K. Kobayashi, A. Katsumata, K. Ito, T. Aoki, Three-dimensional metal artifact reduction method for dental conebeam CT scanners, SPIE Medical Imaging, February 7--12, 2009, Orland, USA
- ⑧ S. Iitsuka, K. Ito and T. Aoki, A practical palmprint recognition algorithm using phase information, 19th International Conference on Pattern Recognition, December 8--11, 2008, Tampa, USA
- ⑨ K. Kobayashi, A. Katsumata, K. Ito and T. Aoki, A practical method to reducing metal artifact for dental CT scanners, 19th International Conference on Pattern Recognition, December 8--11, 2008, Tampa, USA
- ⑩ K. Ito, T. Aoki, E. Kosuge, R. Kawamata and I. Kashima, Medical image registration using phase-only correlation for distorted dental radiographs, 19th International Conference on Pattern Recognition, December 8--11, 2008, Tampa, USA
- ⑪ K. Ito, T. Aoki, E. Kosuge, R. Kawamata and I. Kashima, Development and evaluation of an automated human identification system using dental radiographs, Radiological Society of North America (RSNA) 2008, November 30--December 5, 2008, Chicago, USA
- ⑫ K. Kobayashi, A. Katsumata, T. Aoki and K. Ito, A practical metal artifact reduction method for dental cone beam CT scanners, Radiological Society of North America (RSNA) 2008, November 30--December 5, 2008, Chicago, USA

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 5 件)

- ① 名称：ボリュームデータ間の対応付け方法
発明者：青木孝文，宮澤一之，田島裕一郎，伊藤康一，長嶋聖，中島寛，小林孝次，勝亦敦
権利者：同上
種類：特許
番号：特願 2009-191315
出願年月日：2009 年 8 月 20 日出願
国内外の別：国内

- ② 名称：3次元ずれ量計測方法
発明者：勝亦敦，小林孝次，伊藤康一，青木孝文
権利者：同上
種類：特許
番号：特願 2008-303867
出願年月日：2008 年 11 月 28 日
国内外の別：国内

- ③ 名称：3次元ずれ量計測方法
発明者：勝亦敦，小林孝次，伊藤康一，青木孝文
権利者：同上
種類：特許
番号：特願 2008-303857
出願年月日：2008 年 11 月 28 日
国内外の別：国内

- ④ 名称：System and method for comparing dental X-ray images
発明者：E. Kosuge, K. Ito and T. Aoki
権利者：同上
種類：特許 (PCT 出願)
番号：12/165,961
出願年月日：July 1, 2008
国内外の別：国外 (アメリカ)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 康一 (ITO KOICHI)

東北大学・大学院情報科学研究科・助教
研究者番号：70400299

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：