

令和 2 年 6 月 16 日現在

機関番号：12608

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17H02036

研究課題名（和文）公共施設での利用を可能とする指静脈認証システムに関する研究

研究課題名（英文）A study of contactless finger vein authentication systems for public facilities

研究代表者

鈴木 裕之（Suzuki, Hiroyuki）

東京工業大学・科学技術創成研究院・助教

研究者番号：20397053

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 8,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、イベント会場など大規模ユーザーが利用する場面での生体認証システムとして、センサーの前で手を振りかざすだけで高速に認証処理可能な指静脈認証システムの実現を目的とし、そのための指静脈画像のセンシング手法及び取得した指静脈画像を照合する手法等について研究を行った。研究成果として、近赤外光を利用した撮像システム及び動画画像の複数フレームを利用した照合手法を開発し、提案技術によって高い照合精度で遅延の少ない指静脈認証が実現できる可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果が社会に与える意義としては、これまでの生体認証は、ノートPC等の本人のみが利用する機器の認証、銀行ATM等が利用の中心であったが、本研究で開発する技術が実現すれば、大規模なイベント会場などの不特定多数のユーザーが利用するサービスにおいても生体認証が普及すると考えられ、生体認証の適用分野が大きく拡大することが期待される。さらには、生体情報の安全な管理方法やユーザー規模の問題等の課題を解決できれば、財布やカードなどを持たなくても、買い物や公共交通機関の利用が可能な便利な社会が実現すると期待される。

研究成果の概要（英文）：It is well known that biometric information can provide convenient and reliable user authentication. Recently, the application field of biometric authentication is expanding from small-scale service to wide-scale one such as big event venue. In these situations, high-speed calculation and smooth operation are required because of a large number of users. In order to apply finger vein authentication to above services, we propose a hand waving finger vein authentication system, in which a hand-waving movie is captured with a camera, and a biometric feature is obtained by synthesizing some finger vein patterns extracted from the movie. In our study, we developed a prototype system of the hand-waving finger vein authentication and evaluated the verification performance of the proposed system.

研究分野：生体認証、光情報処理、情報セキュリティ

キーワード：生体認証 画像処理 撮像システム パターン認識

1 . 研究開始当初の背景

近年生体認証は、これまで日常的に利用されてきた携帯電話や銀行 ATM 等以外にも利用範囲が拡大し、イベント会場やテーマパークなどの入場ゲートでも利用されるようになった。このような場面では、大人数を短時間で処理する必要があるため、処理の高速性が求められる。現在この要求に見合う生体認証技術としては、顔認証が主流であるが、顔認証に用いる顔画像は、常に露出している情報であるため本人以外でも容易に入手可能であり、なりすましなどの危険性を抱えている。また認証精度としても、表情の違いや照明環境、メガネ等の装飾品などの影響を受けやすく、他の主流技術に比べると劣っているのが現状である。一方、指や手のひらなどの静脈パターンを利用して本人確認を行う静脈認証は、体の内部構造を生体特徴として認証に利用するため、顔や指紋と比べるとその情報漏えいの危険性は極めて低く、銀行 ATM など大人数のユーザーが対象となるサービスでの利用も実現している。また、照合精度についても高い精度を有することが示されていることから、前述のイベント会場のような場面でも安全性や精度の面で高いパフォーマンスが期待できる。

このような背景もあり、高速に静脈認証を実現する技術の開発はすでにいくつかの取り組みが報告されている。例えば日立は「ウォークスルー型認証システム」を開発しているが、このシステムでは、高速な照合処理が実現できているものの、手をいったんセンサー面上に接触させているため、大人数が利用するサービスでは、衛生面等の影響が懸念される。一方、非接触の静脈認証システムとしては、富士通が開発した「PalmSecure」があるが、このシステムでは、一旦手を静止して撮影を行うため、高速処理に適したシステムではない。そこで本研究では、手をセンサーへ接触することなく、スムーズな動作で高速に認証処理を実現可能な指静脈認証システムの開発を目指す。

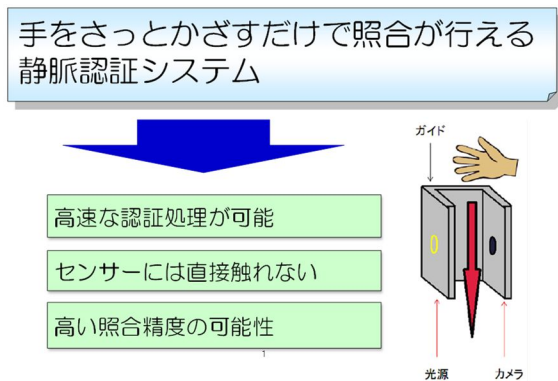


図 1 . 提案技術の概略図 .

2 . 研究の目的

本研究では、イベント会場などの大規模なユーザーが利用する場面の生体認証として、高速な認証処理が行え、かつ非接触で利用可能な静脈認証システムの開発を目的とする。その実現方式として、センサーの前で振りかざすだけで高速に認証処理を実現可能な指静脈認証システムの開発を目指し、そのための静脈画像のセンシング手法、取得した静脈画像を照合する手法、生体情報を安全に取り扱う手法等、またこれら提案手法を組み合わせるシステム化技術について研究を行う。

この目的を達成するために、以下の課題に取り組む。

(ア) 適切な指静脈画像が撮影できること

本研究では、動きのある指静脈パターンを動画像として取得する。静脈パターンを撮影するためには、通常の RGB カメラではなく、近赤外光を光源として指を照射し、この近赤外画像を撮影することが必要になるが、手を動かした状態で撮影するには、30 フレーム/秒の一般的なカメラでは感度が不十分なことも想定されるため、高感度なハイスピードカメラの利用も検討する。

(イ) 確実に認証できること

生体認証システムにおいて、認証精度は最も重要な評価指標の一つである。今回想定する指静脈認証システムでは、カメラに対する指の向きや指の曲げ状態などは一定ではないため、これらの変化があっても安定して照合できることが求められる。また、動画像の複数のフレーム画像を照合に利用できることから、この複数フレームを合成するなど、複数フレームを積極的に活用する手法についても検討し、高い認証精度を有するシステムであることを示す。

(ウ) 実時間で認証できること

ウォークスルー型生体認証では、実時間で認証処理が行えることが必要になる。このような高速な認証処理を実現するために、Graphics Processing Unit (GPU) やマルチコア CPU による並列処理を利用した実装方法について検討を行う。認証の処理時間としては、一人の認証処理で、一秒以内を目標とする。

3 . 研究の方法

(1) 撮像システムの検討

静脈画像を撮影するための光学系として、近赤外光を手の指に照射し、その反射光及び透過光を取得するシステムを開発する。また、低フレームレートのカメラで撮影した場合、手を早く動かすと静脈画像がブレてしまい、正しく照合を行うことが困難であると予想されることから、本研究では、指に照射する光源をパルス発光させることで、強い光による人体の悪影響を軽減しつつ、低フレームレートでもブレの無い画像を撮影する仕組み（図2）を検討する。

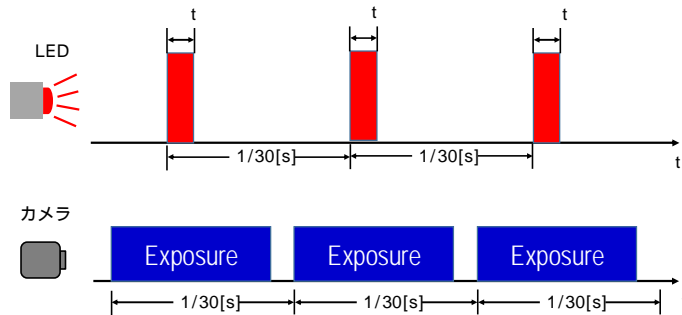


図2 パルス照射型撮像の原理。

(2) 照合手法の検討

照合手法に関する検討として、正規化相互相関(Normalized Cross Correlation:NCC)と Scale-Invariant Feature Transform (SIFT)特徴量を利用した手法の適用を検討する。また、複数フレームを合成することで、高い照合精度が得られる手法についても検討を行う。さらに、照合手法の精度を高めるための工夫として、照合を行う前にあらかじめ指領域を抽出してから照合を行う手法について検討する。今回指領域抽出手法として、一般的な画像処理を組み合わせた手法と、機械学習に基づく手法の両者を検討し、比較する。

(3) 総合評価

最後に、これら手法を実装した実時間指静脈認証システムを構築し、統合的な指静脈認証システムとしての評価実験を行う。

4. 研究成果

(1) 撮像システムの検討

図3に構築した透過型指静脈撮像システムの外観図を示す。この撮像システムを用いて、撮影した指静脈撮影の例を図4に示す。指静脈撮影には、高フレームレートの高感度カメラを用いた場合と通常のフレームレート(30fps)のカメラの両方で撮影を行った。高フレームレートの撮影については、手を動かすスピードや動かす向きなどを様々に変化させて撮影を行った結果、500fpsであれば、十分な品質の静脈画像を取得できることを確認した。また、波長については、760nm, 850nm, 910nmの3種類の波長帯域のLEDを試したところ、850nmのLEDがもっとも鮮明な静脈画像を取得できることを確認した。一方、低フレームレートのカメラで撮影した場合、手

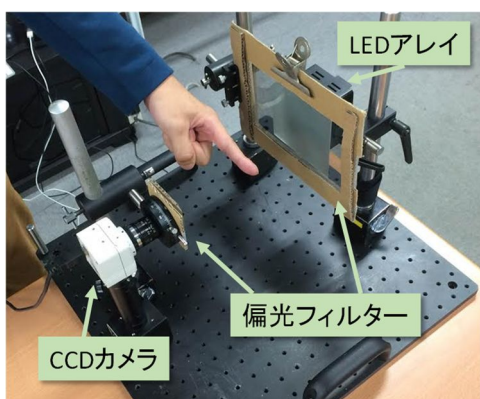


図3. 構築した指静脈撮像システム。

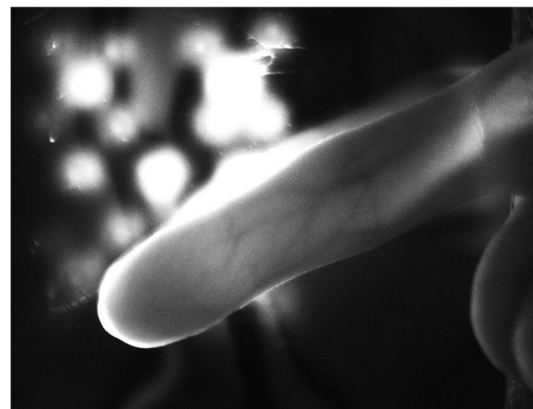


図4. 指静脈画像の例(透過画像)。

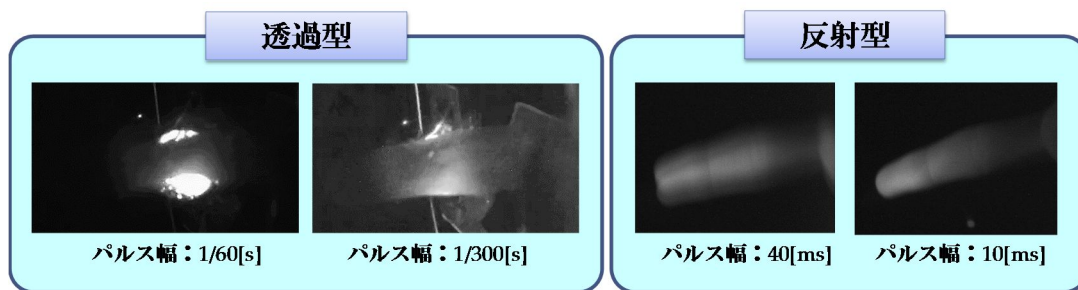


図 5 . パルス発光型 LED 光源を利用した指静脈撮影結果 .

を早く動かすとモーションブラーのある静脈画像が撮影された .そこで ,図 2 の原理に基づく撮像システムとして ,ファンクションジェネレーターの制御によるパルス発光型 LED 光源を利用した撮像システムを構築し ,手を素早く動かした指静脈画像の撮影実験を行った .その結果 ,図 5 に示すように LED 光源の発光パルス幅を小さくすることで ,低フレームレートのカメラでも ,高速に動かした指の静脈画像をブレなく撮影できることを確認した .

(2) 照合手法の検討

照合精度については ,NCC に基づく手法 ,SIFT に基づく手法とも合成枚数を 3~5 枚程度に設定することで高い照合精度が得られることが確認できた .処理時間については ,NCC に基づく照合手法では ,指静脈領域の抽出のための指先検出に多くの時間を要する一方 ,SIFT に基づく照合では ,指静脈領域抽出の厳密な精度は必要なく ,簡便な領域抽出で対応が可能であり ,処理時間については SIFT に基づく照合手法が優位と言える .

また ,照合前に指領域を抽出手法については ,一般的な画像処理手法の組み合わせとして ,背景差分とモルフォロジー処理を適用し ,また機械学習に基づく手法として ,畳み込みニューラルネットワークの代表的なネットワーク構造である U-Net を適用し ,それぞれ指領域の抽出を行った .この結果画像を図 6 に示す .また ,これら指領域抽出手法を指静脈認証へ適用し ,指静脈パターン照合精度の評価実験を行った .その結果 ,機械学習に基づく指領域抽出手法は ,一般的な画像処理を組み合わせた指領域抽出手法に比べて指静脈認証の照合精度を向上させることを確認した .

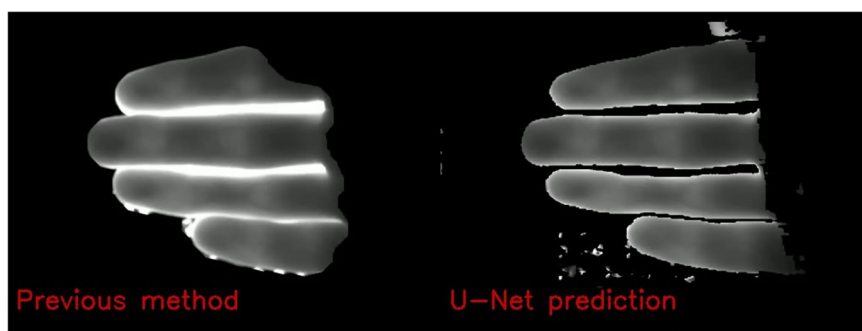


図 6 . 指領域抽出結果の例 . 左が一般的な画像処理を組み合わせた手法 , 右が機械学習に基づく手法 .

(3) 総合評価

これまでの検討に基づき ,最も実用的と考えられる実験システムを構築し ,指静脈認証システムとしての総合評価を実施した .撮像システムとしては ,図 3 に示す透過型指静脈撮影装置を利用し ,指静脈パターンの照合手法としては ,SIFT (Scale-Invariant Feature Transform) 特徴量に基づく手法を利用した .また ,指静脈パターン照合を行う計算機として ,GPU (Graphics Processing Unit) を搭載した PC を利用し ,処理の高速化を図った .この実験結果より ,暗室下及び指をゆっくり動かした条件下では ,高い照合精度で遅延の少ない静脈認証が実現できることを確認した .一方 ,実用化へ向けては ,暗室外での様々な照明環境下でも高い精度で照合が可能なシステムや ,指を粗放にかざした場合でも安定した照合が行える仕組みが必要であることを明らかにした .

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 鈴木裕之, 永田純平, 平井和樹, 香川景一郎, 小尾高史, 大山永昭, 小室孝
2. 発表標題 手振り型指静脈認証のためのパルス照射型撮像システム
3. 学会等名 第12回新画像システム・情報フォトニクス研究討論会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Suzuki, Hiroki Hayashi, Takashi Obi, Nagaaki Ohyama, Takashi Komuro
2. 発表標題 SIFT-based finger vein verification using multiple video frames
3. 学会等名 JSAP-OSA Joint Symposia 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木 裕之, 永田 純平, 平井 和樹, 香川 景一郎, 小尾 高史, 大山 永昭, 小室 孝
2. 発表標題 手振り型指静脈認証における撮像システムの改善
3. 学会等名 第8回バイオメトリクスと認識・認証シンポジウム (SBRA2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Suzuki, Jumpei Nagata, Kazuki Hirai, Keiichiro Kagawa, Takashi Obi, Nagaaki Ohyama, Takashi Komuro
2. 発表標題 Improvement of imaging system for hand-waving finger vein authentication
3. 学会等名 4th International Workshop on Image Sensors and Imaging Systems (IWISS2018) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Suzuki
2. 発表標題 Pulse irradiation imaging system for hand-waving finger vein authentication
3. 学会等名 The 8th Japan-Korea Workshop on Digital Holography and Information Photonics (DHIP2018) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroyuki Suzuki, Hiroki Hayashi, Takashi Obi, Nagaaki Ohyama, Takashi Komuro
2. 発表標題 Improvement on pattern matching method for handwaving finger vein authentication
3. 学会等名 JSAP-OSA Joint Symposia 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 林宏樹, 菊地健介, 鈴木裕之, 小尾高史, 大山永昭, 小室 孝
2. 発表標題 複数指に対応可能な非接触型指静脈認証システムの実装
3. 学会等名 Optics & Photonics Japan 2017
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 鈴木 裕之, 林宏樹, 小尾 高史, 大山 永昭, 小室 孝
2. 発表標題 動画像を用いた指静脈認証システムにおける複数フレーム合成手法の検討
3. 学会等名 2018年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2018)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 鈴木裕之
2. 発表標題 非接触動画撮影による静脈認証システム
3. 学会等名 第5回デジタル生体医用画像の「色」シンポジウム(招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	小室 孝 (Komuro Takashi) (10345118)	埼玉大学・理工学研究科・准教授 (12401)	