

# キャッシュレス社会を支える 生体認証融合技術

## Biometric Integration Technology to Support a Cashless Society

安部 登樹      名田 元      松濤 智明      内田 秀継

---

### あらまし

キャッシュレス社会を実現・推進するために、IDカードやスマートフォンなどモノを持たずに個人の生体情報のみで決済を行う手ぶら決済が注目されている。実店舗での決済やイベント会場への入退場管理など100万人規模の利用が想定される場合では、大量の個人データの中から一人を検索する必要があるが、大規模なデータからの検索を生体認証のみで高速に実現することは困難であった。そのため、IDやPIN (Personal Identification Number) など追加の情報を入力する必要があり、利用者の利便性が損なわれていた。そこで、富士通研究所では、手のひら静脈認証と顔認証を融合させた生体認証融合技術を開発した。本技術では、端末利用中に取得できる顔画像を用いて、あらかじめ照合対象者を絞り込むことで、生体情報以外の情報を入力することなく、システム利用者数規模の拡大を実現できる。

本稿では、手ぶら決済の現状と課題、および開発した生体認証融合技術について述べる。

### Abstract

In order to realize and promote a cashless society, payments made only using the biometric information of an individual without the need for objects such as ID cards or smartphones, is attracting attention. In cases where authentication on a scale of one million users is assumed, such as payments at brick-and-mortar stores and admission to event venues, it is necessary to search for a single individual from a huge volume of personal data. However, high-speed searches of large volumes of data were difficult with one biometric modality alone. For that reason, inputting additional information such as IDs and personal identification numbers (PINs) was necessary, which compromised users' convenience. Accordingly, Fujitsu Laboratories has developed an integrated biometric authentication technology that combines palm vein and face recognition. This technology uses facial images effortlessly captured while a payment terminal is in use to narrow down the possible matches, thereby allowing the number of system users to be increased without the need for inputting information other than biometric data. This paper describes the present state of payments using biometric authentication and the integrated biometric authentication technology developed.

## 1. まえがき

コンビニエンスストアやスーパーマーケットなどの実店舗において、現金を用いずに決済を行うキャッシュレス決済が普及しつつある。特に、海外ではその傾向が顕著に表れており、米国のAmazon Goや中国のBingoBoxなど、レジを明示的に廃止した無人店舗が登場している。これは、現金を持ち歩かなくて済むという消費者側の利便性の面だけではなく、消費者が手持ちの現金がなくても欲しいものを欲しいときに購入できるため、機会損失を低減するという店舗側のメリットもある。

しかし、経済産業省のレポート<sup>(1)</sup>によると、キャッシュレス決済の比率は韓国が89.1%、中国が60.0%と半数を超えているのに対して、日本では18.4%と少ない。現在でも国内では現金主義が強く、その背景の一つとしてキャッシュレス決済への信頼度が低いことが挙げられる。キャッシュレス決済が信頼を得るためには、いつでも簡単に使えるという利便性と、利用者が誰であるかを常に正しく認識することで安心・安全に使える正確性との両立が必要である。

キャッシュレス決済の手段としては、クレジットカードなどが広く使われてきた。しかし、このような手段では紛失や盗難のおそれがあるため、ヒトの生体情報を用いて個人認証を行う生体認証が注目されている。富士通では2004年以来、生体認証技術の一手法である手のひらの静脈パターンを利用して、個人を認証する手のひら静脈認証技術を開発してきた。この技術は、銀行ATMや入退室管理、PCなどの個人利用端末へのアクセス管理などに適用されており、2018年末の時点で世界約60か国、8,200万人以上の利用実績があり、現在も導入は拡大している。

本稿では、IDなどを入力することなく生体情報のみでキャッシュレス決済を行う手ぶら決済を実現する技術として、顔と手のひら静脈の情報を用いて100万人規模のデータベースの中から本人認証が可能な、富士通の生体認証融合技術<sup>(2)</sup>について述べる。

## 2. キャッシュレス社会を支える認証手段とその課題

キャッシュレス決済の手段としては、クレジットカードや携帯電話・スマートフォンのようなモノを利用するものが主流となっている。特に、FIDO (Fast IDentity Online)<sup>(3)</sup>による本人確認手段と連携したサービスが増えつつある。しかし、モノは紛失や盗難のおそれがあり、必要なときに使えない場合がある。

そこで、モノに依存しないキャッシュレス決済の手段として、ヒトの生体情報で個人認証を行う生体認証技術によって利用者を特定する、手ぶら認証技術が注目されている。生体情報は紛失のおそれがなく、いつでも使えるという利便性を持ち、本人と他人を高精度で識別可能な生体認証技術で正確性を担保できる。そのため、手ぶら認証技術によって高い信頼性を持つキャッシュレス決済を実現できる。

銀行ATMのように、数万人から数十万人が登録されているシステムにおいて、手のひら静脈認証による手ぶらでの認証や決済を行う場合、登録データとの比較照合を効率的かつ正確に行う必要がある(図-1)。従来は、IDなどの生体以外の情報を入力することで、全体から候補者のデータを絞り込み、その候補者のデータと利用者の生体情報を比較照合することで、精度を維持しつつ認証処理を高速化してきた。利便性を更に追及するためには、利用者がほかの情報を意識的に入力することなく、例えば手のひらをかざすだけで決済を完了させる方式も求められている。また、特に手ぶら決済では、100万人以上の利用者規模の店舗もターゲットとなる。利用者規模が大規模となる場合でも比較照合を効率的に行うためには、更なる認証処理の高速化および認証精度の向上が必要である。

一般に、生体認証で利用される生体情報には顔や指紋、静脈のパターンのような身体情報が利用される。例えば、パナソニックと生体認証端末を開発している株式会社Liquidは、自動販売機に指紋認証機能を備え付けて無人で商品を販売する実証実験を行った<sup>(4)</sup>。しかし、単一の生体情報のみから本人を特定するシステムでは、本人と他人を正しく識別す

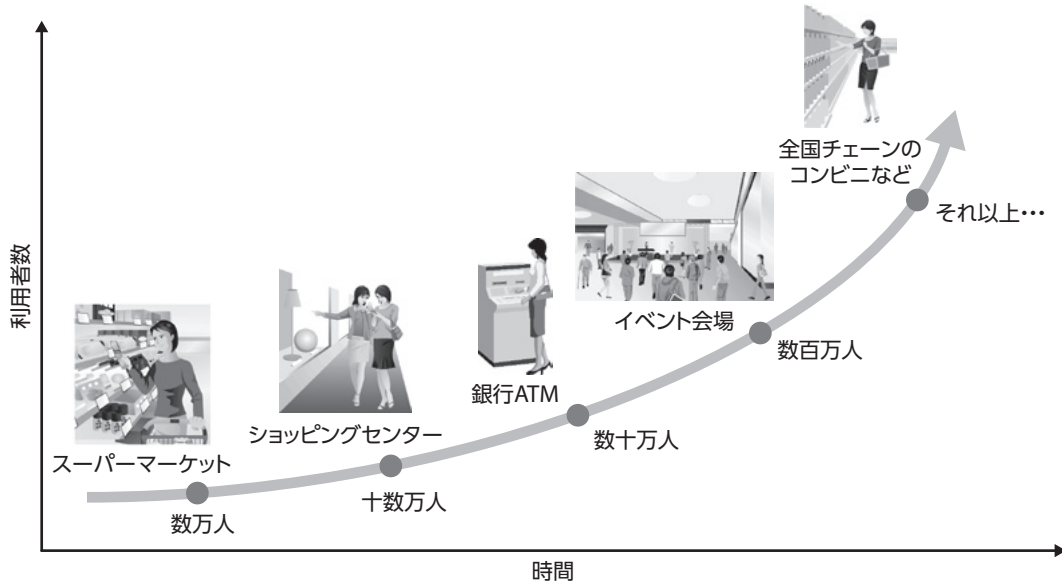


図-1 手ぶら認証の利用シーンと利用者規模

る精度に限界があり、一般に1万人規模が上限であるといわれている。<sup>(5)</sup> すなわち、単一の生体情報で100万人規模の認証を行おうとすると、偶然似た他人と誤一致する他人受入が増加するなどの問題が顕在化する。

そのため、単一の生体情報だけでなく、複数の情報を組み合わせて、利用者数が増加しても正確な本人確認ができ、安心・安全な認証を実現できる技術が提案されている。例えば、KDDIと日立は共同で顔と掌紋を組み合わせた手ぶら認証技術を開発し、店舗での決済への活用を目指している。<sup>(6)</sup> このように、手ぶら認証には専用装置を使わずに本人認証ができるメリットがある。

しかしその一方で、利便性の面では以下の課題がある。

**(1) 比較照合の処理時間が増大**

複数の生体情報を取得して比較照合する際、それぞれの生体情報に対して独立して比較演算処理を実施するため、処理時間が増大する。全体のスループットを維持するためには、サーバを増強する必要があり、コストが増大する。

**(2) 利用者の入力手間が増加**

利用者にとっては本人確認を行うという同じ目的であるが、登録者数規模が増えるというシステムサービス側の都合で追加の情報が必要となる。ま

た、高い認証精度を維持するために、顔をマーカーに合わせてカメラで撮影するといった、繊細な入力方法が求められる場合もある。これらの負担をそのまま利用者に転嫁すると、利便性の低下に直結する。

利便性の向上に関して、いまだに解決策は確立されておらず、手ぶら決済の共通の課題となっている。富士通の狙いは、これらの課題を解決し、利便性と安心・安全を両立した手ぶら認証を実現することである。そのためには、高速で高精度な生体認証技術が要求される。

**3. 利便性と安心・安全を両立する富士通の手ぶら認証**

本章では、利便性と安心・安全の両立を実現する手ぶら認証技術について述べる。まず、手のひら静脈認証技術と顔認証技術を融合して、高い認証精度を実現する生体認証融合技術について述べる。次に、端末利用中に取得した顔画像を用いて高速に照合対象者を絞り込むことで、高い利便性を実現する顔認証技術について述べる。

**3.1 生体認証融合技術**

前章で述べたように、生体認証利用者の規模を拡

大するためには、追加の情報を入力する必要がある。しかし、情報の入力に関する利用者の負担が増えてしまうと利便性が低下する。そこで、利用者の端末操作中にカメラから取得可能な顔情報を利用して、登録されているデータベースの中から類似するグループを絞り込み、決済などの認証が必要な際に利用者が手のひらをかざすだけで、絞り込んだグループから一人を迅速に認証する技術を開発した(図-2)。

本技術は、手のひら静脈と顔の情報という異なる二つの生体情報を融合することで、認証結果が安定する効果がある。具体的には、一般的なWebカメラでは双子のような似通った顔を区別することが困難であるものの、後段で手のひら静脈が入力されることで、正しく本人を識別できる。一方、手のひら

静脈認証では、センサー上に手のひらをかざす際の位置のずれや手のひら形状の変化といった、入力操作に起因して生じる手のひら静脈パターンの変動によって、本人の確からしさが不十分となることがある(図-3)。その場合であっても、前段で取得している顔情報を加味して判定することで、認証に必要な情報を補てんできる。したがって、二つの生体情報を融合することによって、どちらか一方の情報のみを用いるよりも高精度な認証を実現し、生体認証技術の信頼性を向上できる。

### 3.2 高速・高精度な顔認証技術

顔情報の入力ที่ไม่十分であったために照合対象者の選別から漏れてしまった場合、後段で手のひら静脈を入力しても本人の認証には成功しない。そのた

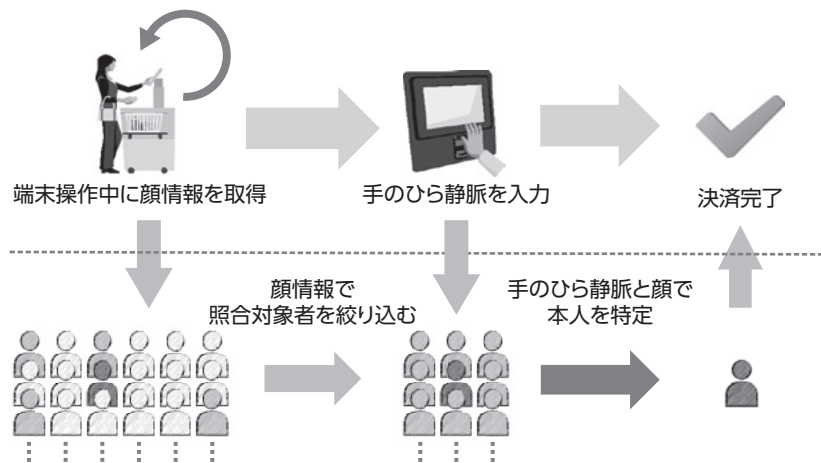


図-2 手ぶら決済の流れ

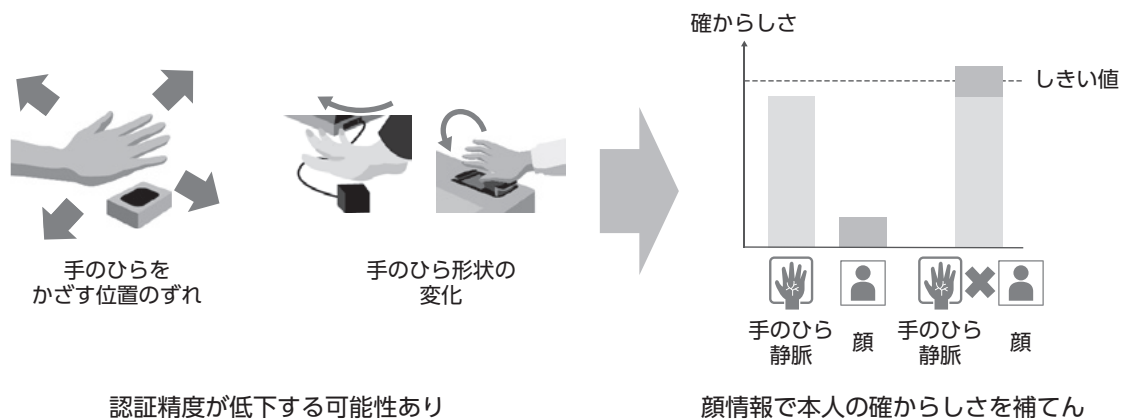


図-3 生体認証融合技術による本人の確からしさ向上



め、顔の向きや表情の変化などの影響が少なく安定している顔情報の特徴を用いて、高精度に絞り込む技術が必要となる。一方で、単に高精度化するだけでは計算処理が複雑となり、100万人規模の容量の大きいデータベース上ではリアルタイムでの処理が困難となる。

そこで今回、高速かつ高精度に照合対象者を絞り込む顔認証技術を開発した。高速性を持つ顔認証技術は、クライアント側で実施される顔特徴抽出技術と、サーバ側で実施する比較照合技術とで構成される。ここでは、顔特徴抽出技術について述べる。

(1) 蒸留技術を活用した顔特徴抽出技術

顔画像を用いて利便性の高い絞り込み処理を実現するためには、カメラに対する利用者の顔の向きや表情変化に頑健な顔特徴を抽出する必要がある。2章で述べた課題を実現するために、富士通研究所ではDeep Learningを活用した特徴抽出技術を開発した。

Deep Learningは多層のニューラルネットワークによる機械学習の手法で、近年特に画像処理の分野で成長が著しく、従来の手法の精度を凌駕する結果を残している。<sup>(7)</sup> 一方、Deep Learningで特徴抽出モデルを高精度化する場合には、当該モデルの層を深くするなど複雑なモデルを構成する必要がある。複雑なモデルから特徴量を抽出するためには多くの時間を要するため、GPU (Graphics Processing Unit) を用いることが一般的となっている。しかし、POS端末などのクライアント側の処理機構にはGPUが搭載されていない場合が多く、搭載を必須

とすると端末コストが増大してしまい、普及の妨げになってしまう。

そこで、精度は維持しつつモデルサイズを低減する手法である蒸留技術を活用して、当該課題を解決した。一般的な学習アルゴリズムでは、正解データのみを教師データとして学習する。これに対して、蒸留技術では正解データに加えて、既に学習済みの高精度だが複雑な構成のモデル (Teacher) の出力結果も利用する。これによって、学習予定のモデル (Student) が得られる情報量が増え、Teacherに比べて構成が簡易的かつ、Teacherと同等レベルに高精度なStudentを生成することができる。

処理は二つのステップに分かれている (図-4)。まず、複雑でパラメータ数の多いネットワークを学習することで、重要な特徴を抽出する層や、パラメータが強調され高精度な特徴ベクトルを出力する洗練されたモデル (Teacher) を生成する。高精度な特徴ベクトルは、顔の向きや表情の変化がある場合でも、照合対象者から漏れることなく、更に上位の順位に検索されるような高精度な認証を実現する。

次に、洗練されたモデルの出力を模擬する条件を加えて、より単純でパラメータ数の少ないネットワークを学習する。これによって、高精度な特徴ベクトルの出力が可能でネットワークの層やパラメータの数が少ない、軽量なモデル (Student) を生成する。<sup>(8)</sup> 洗練されたモデルの中の重要な層やパラメータを模擬することで、認証精度を維持したままモデルサイズが約10分の1で処理速度が約5倍となる、高精度で軽量な顔特徴抽出モデルの生成に成功

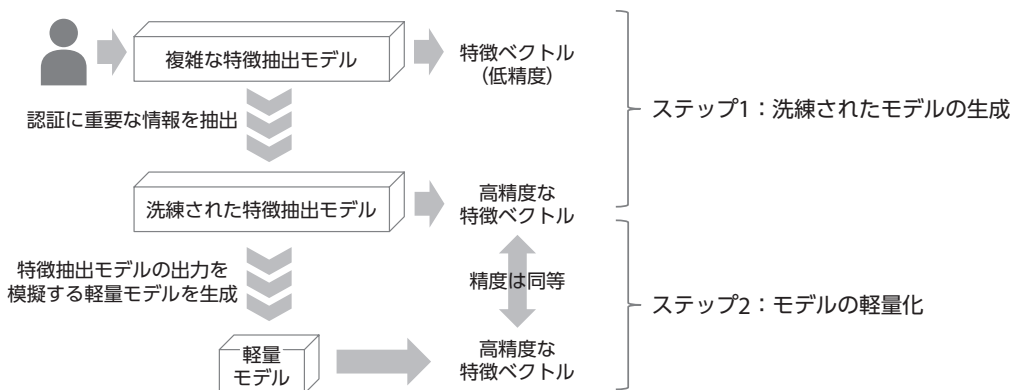


図-4 蒸留技術を活用した顔特徴抽出技術

した。

## (2) 特徴量のバイナリ化技術

一般に、Deep Learningで得られる特徴量は浮動小数点数のベクトルであり、当該ベクトル間の距離を算出することで類似度を算出する。1回の比較演算自体の処理負荷は軽微であるものの、100万人を対象とした場合、当該処理を100万回実施する必要があるため、数十秒から数分程度の処理時間を要する。

今回、演算処理時間の短縮を目的として、浮動小数点数ベクトルを0または1で表現されるバイナリ値ベクトルに変換する、バイナリ化技術を開発した。具体的には、2013年に富士通研究所が開発した、手のひら静脈から2,048ビットのバイナリ列を抽出して照合する技術<sup>(9)</sup>を応用して、顔画像に適用した。これによって、比較演算をより計算が容易なハミング距離演算に置換でき、100万人を対象とした場合でも1秒程度での比較演算を実現できた。

## 4. 利用シーン

本章では、本技術の適用を想定しているシーンのうち、手ぶら決済以外の利用シーンについて述べる。

3章で紹介した技術によって、利用者はIDなどの

情報を入力することなく、100万人規模のシステムでも手ぶら決済をリアルタイムで処理可能となった。端末操作のような自然な動作の中であっても顔情報は取得できることから、利用者は顔認証を意識する必要はなく、手のひらをかざすだけで簡単に認証が可能である。更に、センサーに接触することなく手のひらと顔のどちらの情報も取得可能なことから、センサーを清潔に保ちやすく、利用時の抵抗感をやわらげるメリットもある。このような特長を活かした、手ぶら認証の利用シーンの例を、図-5に示す。

コンサートやスポーツイベントの会場、テーマパークや映画館などの入口では、紙のチケットやスマートフォンに表示された電子チケットを利用者に提示してもらう必要がある。本技術を用いることで、現地で入退場する人物がチケット保有者であるかどうかをチケットレスで識別可能である。具体的には、チケット購入時に生体情報を登録しておく。イベントの当日に、会場入口付近のカメラでシステムが顔情報を自動取得し、事前の登録者リストの中から候補者を絞り込む。更に、入口のゲートで利用者が手のひらをかざすことで、候補者の中から本人の認証を行う。その結果、利用者はチケットの提示や紛失を気にすることなく、チケットレスでスムーズな入退場が可能となる。

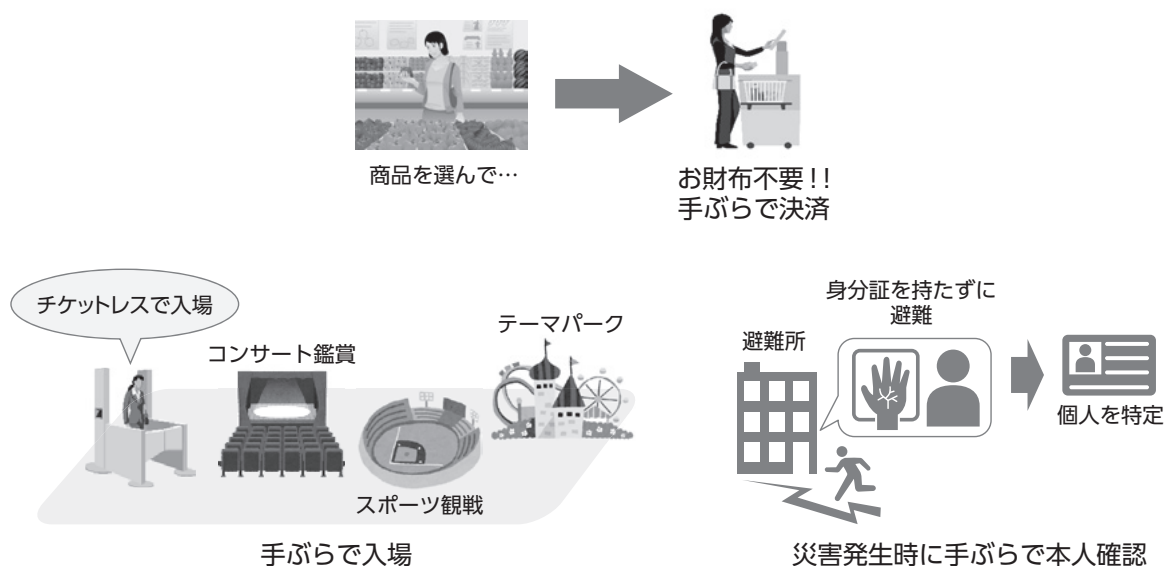


図-5 手ぶら認証の利用シーン例

また本技術によって、あらかじめ生体情報と個人情報情報をひも付けて登録しておくことで、生体情報だけで本人の身元確認することができる。特に、災害発生時などの緊急時に免許証やパスポートのような身分証明書が手元にない場合でも、容易に個人を特定できる。これによって、生存確認や物資支給の記録が可能となり、早期の復旧支援に貢献できると考えられる。

## 5. むすび

本稿では、モノの提示の必要がない手ぶら決済を実現する技術として、手のひら静脈と顔の情報を用いることで、IDなどの入力なしで100万人規模の中から個人認証可能な生体認証融合技術を紹介した。

本技術は、利用者に負担を感じさせずに、簡便で高速・高精度な認証を実現する。更に、センサーに接触することなく入力が可能であるため、清潔さを保ちやすく、大規模のシステムにも導入しやすい。

実用化に向けた今後の課題としては、改正個人情報保護法などの法規制に従った運用手順の確立や、システム障害などで万が一不正に決済されてしまった場合の保証を行う機関の選定が挙げられる。本技術の実証実験を通じて2020年度中の実用化を目指し、より安心・安全で利便性の高いキャッシュレス社会の実現を推進していく。

-----  
本稿に掲載されている会社名・製品名は、各社所有の商標もしくは登録商標を含みます。

## 参考文献

- (1) 経済産業省:キャッシュレスの現状と今後の取組(平成30年5月).  
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon/dai14/siryu2-1.pdf>
- (2) 富士通研究所:手ぶら決済に最適な非接触の生体認証融合技術を開発.  
<https://pr.fujitsu.com/jp/news/2018/10/4.html>
- (3) FIDO Alliance.  
<https://fidoalliance.org/>
- (4) パナソニック, Liquid:生体認証とRFIDを活用した無人販売ショーケースの実証実験を開始.  
<https://news.panasonic.com/jp/press/data/2019/02/>

[jn190201-1/jn190201-1.html](https://www.fujitsu.com/jp/group/frontech/solutions/business-technology/security/palmsecure/f-pro/)

- (5) 富士通フロンテック: PalmSecure-F Pro.  
<https://www.fujitsu.com/jp/group/frontech/solutions/business-technology/security/palmsecure/f-pro/>
- (6) KDDI, 日立:手のひらと顔で、専用装置を使わず安全・安心な手ぶら決済を実現.  
<https://www.kddi-research.jp/newsrelease/2018/101101.html>
- (7) ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC) 2017.  
[http://image-net.org/challenges/talks\\_2017/ILSVRC2017\\_overview.pdf](http://image-net.org/challenges/talks_2017/ILSVRC2017_overview.pdf)
- (8) M. Wang et al.:“Discover the Effective Strategy for Face Recognition Model Compression by Improved Knowledge Distillation”, 2018 25th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), (2018).  
<https://ieeexplore.ieee.org/document/8451808>
- (9) 富士通研究所:世界初!手のひら静脈画像から2048ビットの特徴コードを抽出して照合する認証技術を開発.  
<https://pr.fujitsu.com/jp/news/2013/08/5.html>

## 著者紹介



**安部 登樹** (あべ なりしげ)  
(株) 富士通研究所  
デジタル革新コア・ユニット  
生体認証の研究開発に従事。



**名田 元** (なだ はじめ)  
(株) 富士通研究所  
デジタル革新コア・ユニット  
生体認証の研究開発に従事。



**松濤 智明** (まつなみ ともあき)

(株) 富士通研究所  
デジタル革新コア・ユニット  
生体認証の研究開発に従事。



**内田 秀継** (うちだ ひでつぐ)

(株) 富士通研究所  
デジタル革新コア・ユニット  
生体認証の研究開発に従事。