

経済産業省委託

平成25年度政府戦略分野に係る国際標準化活動
平成25年度マルチモーダル生体認証における認証
性能評価基準に関する標準化（フォローアップ）

成果報告書

平成26年2月

一般社団法人 日本自動認識システム協会
株式会社 日立製作所

はじめに

情報通信技術を使ったサービスでの本人認証では、記憶した ID やパスワードを使ったり、IC カードなどのセキュリティデバイスを組合わせて認証する方式が取られることが多い。他方、ID やパスワードの忘失・盗用やセキュリティデバイスの紛失・盗難によって、サービスを享受できなくなったり、不正利用されたりする問題も生じており、簡単で確実な本人確認を行う認証プロセスが期待されている。特に、公共性の高いサービスでは万人が平等に使い、信頼できる認証プロセスであることが普及の鍵となる。そのひとつの解となるのが、個人の身体部位の形態特徴に基いて認証するバイOMETリック認証である。バイOMETリック認証で多くの人をカバーし、迅速で確実な個人認証を実現するためには、照合システムに広範な可用性と高い精度が求められる。これを解決する方法のひとつが、複数のバイOMETリクスを利用したマルチモーダル生体認証技術（例えば顔認証と指紋認証などを組合せて認証する技術）であると考えられる。しかし、認証精度などバイOMETリクスの性能を再現性高く評価可能な ISO/IEC 19795 シリーズでは、システム構成が複雑なマルチモーダル生体照合システムの評価には不十分であり、期待される認証精度に関しても不透明な状況であった。

そこで、本事業では、マルチモーダル生体認証システムの性能指標を高い再現性で得るための評価基準・条件を ISO/IEC 19795-2 の追補として開発することを目的とした。

本報告書は、平成25年度に行ったマルチモーダル生体認証システムの性能評価基準の国際標準化に対する取組みと、指紋認証と指静脈認証によるマルチモーダル生体認証システムを実験的に構成し、標準化提案に沿った性能評価レポートをまとめたものである。

マルチモーダル生体認証技術に関わる性能評価基準の規格化を達成することで、広範な可用性と高い認証精度を持つマルチモーダル認証技術を用いたシステム構築の透明性が高められ、システムがグローバルに提供・利用などされるようになり、広く活用されることを期待したい。

最後に、本標準開発と研究の実施にあたり、マルチモーダル生体認証性能評価基準検討委員会の鷺見委員長（青山学院大学）、委員各位をはじめとし、ご指導を賜った関係者各位に対し心より深く感謝を申し上げます。

平成26年2月

一般社団法人 日本自動認識システム協会
株式会社 日立製作所

目 次

はじめに

目 次

| | |
|--|----|
| 1. 研究開発の目的..... | 1 |
| 2. 研究開発実施体制 | 2 |
| 3. 研究開発の内容..... | 5 |
| 3.1 総論 | 6 |
| 3.1.1 経緯と趣旨 | 6 |
| 3.2 実施概要 | 8 |
| 3.2.1 実施日程とスケジュール | 8 |
| 3.2.2 委員会開催 | 8 |
| 3.2.3 実施内容概要 | 9 |
| 3.3 結果概要 | 9 |
| 3.3.1 標準化活動 | 9 |
| 3.3.2 研究活動（マルチモーダル生体認証による性能評価） | 10 |
| 4. 成果の詳細..... | 11 |
| 4.1 標準化提案活動 | 11 |
| 4.1.1 これまでの経緯 | 11 |
| 4.1.2 今年度の取組 | 13 |
| 4.1.3 今年度の活動詳細 | 13 |
| 4.1.4 国際会議（ダルムシュタット会議）の状況と結果..... | 16 |
| 4.2 研究活動（マルチモーダル性能評価のレポートニング） | 17 |
| 4.2.1 これまでの経緯 | 17 |
| 4.2.2 平成 25 年度の検討詳細 | 17 |
| 4.2.3 マルチモーダル生体認証システム認証性能評価報告書（例示レポート） | 18 |
| 1. はじめに..... | 18 |
| 2. 評価内容 | 18 |
| 2. 1 目的..... | 18 |
| 2. 2 方針..... | 18 |
| 2. 3 評価システムの構成 | 19 |
| 2. 4 評価システムの機能 | 20 |
| 2. 5 被験者 | 22 |
| 3. 収集方法 | 23 |
| 3. 1 データの記録..... | 23 |

| | | |
|---------|------------------------------|----|
| 3. 2 | 除外基準..... | 23 |
| 3. 3 | バイOMETリックデータ収集方法 | 24 |
| 3. 3. 1 | 概要..... | 24 |
| 3. 3. 2 | 収集手順..... | 24 |
| 4. | 認証性能評価結果..... | 29 |
| 4. 1 | 収集結果..... | 29 |
| 4. 2 | マルチモーダル登録失敗率 (MFTE) の算出..... | 30 |
| 4. 3 | 誤非合致率 (FNMR) の算出 | 31 |
| 4. 4 | 誤合致率 (FMR) の算出 | 31 |
| 4. 5 | DET 曲線..... | 32 |
| 4. 6 | 照合スコアの分布 (参考) | 32 |
| 5. | 認証性能評価結果 (シミュレーション) | 34 |
| 5. 1 | バイOMETリックデータ収集結果 | 34 |
| 5. 2 | マルチモーダル登録失敗率 (MFTE) の算出..... | 35 |
| 5. 3 | 誤非合致率 (FNMR) の算出 | 35 |
| 5. 4 | 誤合致率 (FMR) の算出 | 36 |
| 5. 5 | DET 曲線..... | 37 |
| 5. 6 | 照合スコアの分布 (参考) | 38 |
| 4.2.4 | 検討結果まとめと標準化への寄与..... | 40 |

1. 研究開発の目的

現在、ウェブサービスやクラウドコンピューティングの発展・浸透に伴い、情報システムにおける利用者の認証プロセスは複雑化しており、利用者にとって簡単で確実な新しい認証フレームワークが必要となっている。その一つの解が、バイOMETリック認証技術を利用したIDマネジメントと言われている。しかし、誰もがアクセス可能な環境での個人認証に対応するためには、バイOMETリック認証のさらなる精度向上（エラー率の低下）が必要である。これを実現するための中心技術が複数のバイOMETリクスを利用したマルチモーダル認証技術であると考えられている。

マルチモーダル認証技術とは、例えば、指紋と静脈のふたつの生体特徴の組合せを用いて生体認証するもので、複数の生体特徴を組合せて認証する認証技術である。シングルモーダル認証技術に比べ、融合判定方法（複数の生体特徴を組合せる判定方法）の工夫により、高セキュリティ化や登録可能対象の拡大が可能で、日本が技術および製品で先行している。

マルチモーダル認証技術は、シングルモーダル認証技術を超える性能が期待でき、高セキュリティ化を通じてIT市場の拡大に貢献するものであると考えられている。また、国際的に見ると、既に入出国管理システムや国民IDシステム等への応用が始まっており、今後民間需要への適用拡大が期待できる。

このような状況にありながら、生体認証システムの認証性能評価基準（精度・脆弱性耐性）を規定している国際規格（ISO/IEC 19795-2）は、シングルモーダル（単一の生体特徴を用いる）生体認証システムの認証性能評価に適用するものであり、マルチモーダル（複数の生体特徴を組合せる）生体認証システムの認証性能評価基準を規定する国際規格ではない。そのため、本事業では、マルチモーダル生体照合システムの性能指標を高い再現性で得るための評価基準を開発し、マルチモーダル生体認証システムの認証性能評価基準の国際標準化を実現することに取り組んだ。

本事業の成果によって、マルチモーダル関連機器の認証性能（精度・脆弱性耐性）評価基準が標準化され、マルチモーダル関連機器の性能指標が高い再現性で得られるようになれば、これを用いたシステム性能評価の透明性が増し、情報通信技術利活用の阻害要因の一つであるセキュリティに対する懸念などが改善されることによりバイOMETリック市場の活性化に繋がることが期待される。また、サービスプロバイダによるセキュリティ評価が容易になるとともに、応用製品の採用が国際的に加速される効果も期待される。さらに、標準化を先導することによって、日本のセキュリティ技術のプレゼンスが向上し、優位性の顕在化と国際競争力が向上することにより、関連産業のグローバルマーケットへの参入機会増大が期待できると考えている。

2. 研究開発実施体制

(1) 管理体制及び研究体制

本事業の統括者は、[研究機関 A] 一般社団法人日本自動認識システム協会が行う。
共同研究者として、[研究機関 B] 株式会社日立製作所が活動した。

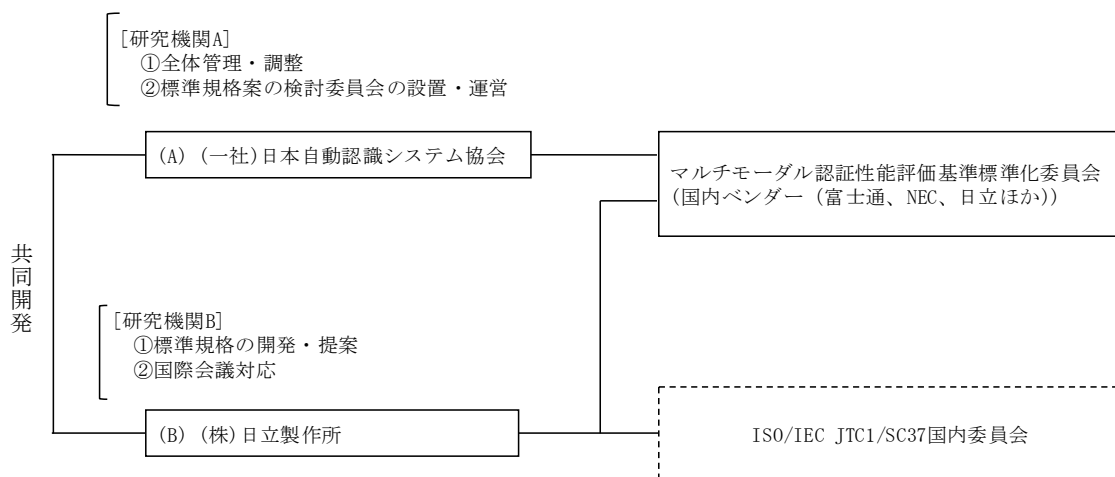
事業全体の企画立案を、[研究機関 A] 一般社団法人日本自動認識システム協会と[研究機関 B] 株式会社日立製作所が共同で行った。

前期で立案した計画に従い、下記の各活動を研究機関毎に実施し、各々の活動の進捗管理及び予算管理も研究機関毎で行った。

なお、全体プロジェクト管理は、[研究機関 A] 一般社団法人日本自動認識システム協会に一本化した。

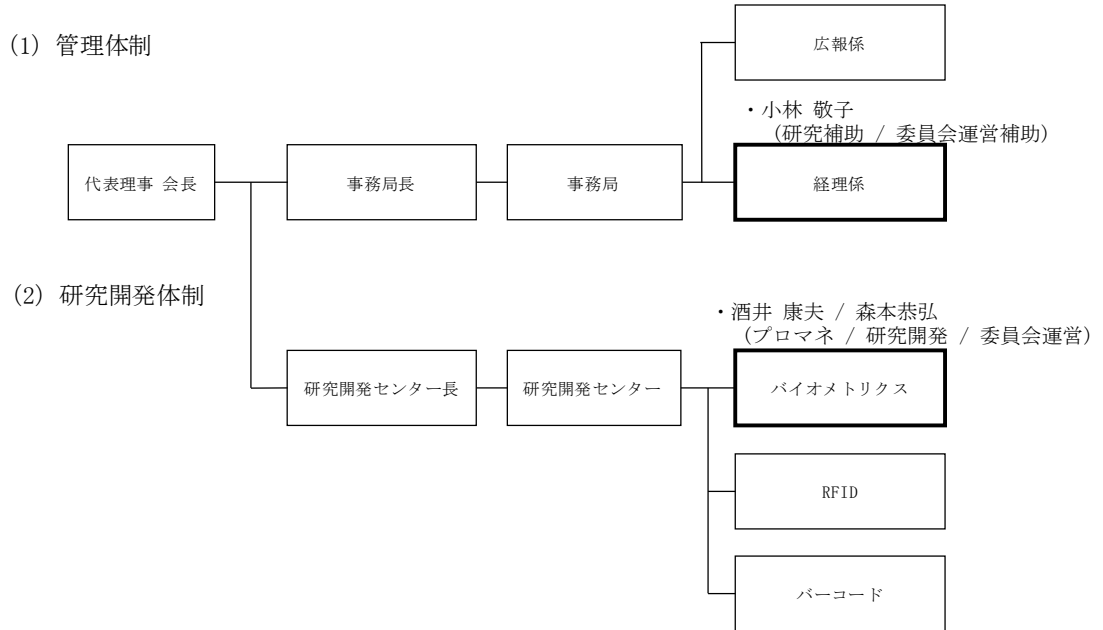
また、標準化の開発・評価及び国内合意形成のために、バイオメトリック認証に携わる機器ベンダ（富士通、NEC、日立ほか）および学識経験者により検討委員会を構成して認証性能評価基準を開発し、規格案を作成する。次に、技術的背景との整合を図った上で、規格案を標準化原案へとブラッシュアップする。最後に国内の SC37 委員会の承認を経て、国際会議で合意形成し、国際標準化を進めた。

1) 共同研究体制



2) 個別の管理体制及び研究体制

【研究機関 A：一般社団法人日本自動認識システム協会】



【研究機関 B：株式会社日立製作所】 本事業着手時 (平成 25 年 5 月)の名称

(1) 管理体制



(2) 研究開発体制



(2) 委員名簿

①マルチモーダル認証性能評価基準標準化委員会

| | 役割 | 氏名 | 所属 | 備考 |
|----|-------|-------|-------------------|---|
| 1 | 委員長 | 鷺見 和彦 | 青山学院大学 | SC37WG5 委員 |
| 2 | 委員 | 溝口 正典 | 日本電気 (株) | SC37WG5 主査 |
| 3 | 委員 | 山田 茂史 | (株) 富士通研究所 | SC37WG5 幹事 |
| 4 | 委員 | 平野 誠治 | 凸版印刷 (株) | SC37WG3 エキスパート |
| 5 | 委員 | 井沼 学 | 城西大学 | SC37WG5 委員 |
| 6 | 推進委員 | 諫田 尚哉 | (株) 日立製作所 | SC37 幹事 SC37WG5 委員 SC37WG6 委員 |
| 7 | 推進委員 | 井上 健 | (株) 日立製作所 | |
| 8 | 推進委員 | 高田 治 | (株) 日立製作所 | SC37WG5 エキスパート |
| 9 | オブザーバ | 岩永 敏明 | 経済産業省 | SC37 専門委員 |
| 10 | オブザーバ | 山中 裕二 | 経済産業省 | |
| 11 | 事務局 | 酒井 康夫 | (一社) 日本自動認識システム協会 | SC37 リエゾン |
| 12 | 事務局 | 森本 恭弘 | (一社) 日本自動認識システム協会 | |
| 13 | 事務局 | 小林 敬子 | (一社) 日本自動認識システム協会 | |

3. 研究開発の内容

本事業では、標準化提案への理解と迅速な普及を目指すため、マルチモーダル生体認証における認証性能評価基準に関する標準化文書とその妥当性確認に取り組んでいる。

標準化活動では、単一モーダルの性能評価標準 ISO/IEC 19795-2 に追補する形で、国際標準化に取り組んでいる。

- 1) 平成 23 年度：作業原案（WD）
- 2) 平成 24 年度：追補規格提案（PDAM）
- 3) 平成 25 年度：追補規格原案（DAM）

と順調に進み、平成 26 年 7 月の国際会議で採択される見通しである。

また、研究活動では、標準化を目指す評価基準の妥当性を検証するために、以下の計画で進めている。

- 1) 平成 23 年度：評価ツールの実装仕様検討
- 2) 平成 24 年度：典型的なマルチモーダルシステム評価方法と報告方法明確化
- 3) 平成 25 年度：標準文書への反映と性能評価レポートの例示

平成 23 年度は、マルチモーダル生体照合システムで必要となる「融合機能」に関して、再現性の高い性能評価が可能となるよう、評価データ収集環境、融合モデル/収集モデルの表記法、融合パラメータの表記方法、収集エラーの考え方、評価結果の報告方法について、規定する項目を明確にし、作業原案を作成するとともに、評価ツールの仕様検討を行った。

平成 24 年度は、作業原案のブラッシュアップと審議を進めるとともに、米国標準技術局（NIST）が公開しているマルチモーダルデータベースのうち、顔画像と指紋の二種類の異なるモダリティを用い、判定レベル融合（Decision level Fusion）、スコアレベル融合（Score Level Fusion）によるマルチモーダル融合判定を実施し、性能指標の妥当性を検証した。

平成 25 年度は、作業原案から追補規格提案への国際投票段階から本事業が再開され、実験的に構成した指紋認証と指静脈認証のふたつのモダリティからなるマルチモーダル生体認証システムを使って追補規格提案に沿った性能評価レポートの例示に取り組んだ。

3.1 総論

3.1.1 経緯と趣旨

本事業は、認証性能向上技術と目されている複数のバイオメトリクスを利用したマルチモーダル生体認証技術（例えば顔認証と指紋認証などを組合せて認証する技術）の認証性能（精度・脆弱性耐性）評価基準を開発し、その国際標準化を進めるものである。

生体認証システムの認証性能評価基準（精度・脆弱性耐性）を規定している国際規格（ISO/IEC 19795-2）は、シングルモーダル（単一の生体特徴を用いる）生体認証システムの認証性能評価に適用するものであり、マルチモーダル（複数の生体特徴を組合せる）生体認証システムの認証性能評価基準を規定する国際規格ではない。

そのため、本事業では、マルチモーダル生体照合システムの性能指標を高い再現性で得るための評価基準を開発し、マルチモーダル生体認証システムの認証性能評価基準の国際標準化を実現することに取り組んだ。

平成 21 年度の経済産業省プロジェクト「マルチモーダル生体認証における認証評価基準の標準化フェジビリティスタディ」において、生体認証技術の組合せ基準、融合判定方式、および周辺規格を整理し、マルチモーダル生体照合システムの性能（精度・脆弱性耐性）を評価するための評価項目および方針を策定した。この成果を基に、SC37 国際委員会からの新業務項目提案（NWIP）要請に応じる形で、平成 23 年 1 月の国際会議（ストックホルム会議）にて内容の紹介および審議を実施し、投票の結果、平成 23 年 7 月の国際会議（京都会議）で米国と日本が共同で編集作業に当たることになった。

平成 23 年度の事業では、標準化提案への理解と迅速な普及を目指すため、標準化と評価ツール仕様の開発に併行して取り組み、6 回の標準規格案検討委員会による検討、および SC37 国内委員会での審議、2 回の国際会議（京都会議とプーケット会議）での審議を実施し、基本文書の審議および第一次作業原案の寄書を実施した。

平成 24 年度は、5 回の標準規格案検討委員会および SC37 国内委員会での審議、国際会議（パリ会議）に参加し、第一次作業原案の審議と第二次作業原案の寄書を実施した。ただし、国際会議の開催間隔が 9 カ月となったため、平成 24 年度は 7 月の国際会議（パリ会議）のみが開催され、第二次作業原案の審議は平成 25 年度 4 月の国際会議（ウィンチェスタ会議）で審議され、追補規格提案 PDAM（CD 相当）に進むことが決議された。国際投票が平成 25 年 6 月から 9 月に行われ、追補規格提案 PDAM が採択された。投票の際にマルチモーダル生体認証における登録失敗率（MFTE : Multimodal

Failure To Enrol rate)を記載する提案があり、平成26年1月の国際会議(ダルムシュタット会議)にて採択され、追補規格原案:DAM(DIS相当)の国際投票が平成26年5月から7月にかけて行われることになった。

研究活動では、典型的なマルチモーダルシステムの評価方法を概括するとともに、報告方法明確化のために、米国標準技術局(NIST)が公開しているマルチモーダルデータベースのうち、顔画像と指紋の二種類の異なるモダリティを用い、判定レベル融合(Decision level Fusion)、スコアレベル融合(Score Level Fusion)によるマルチモーダル融合判定を実施し、性能指標の妥当性を検証した。この中で、マルチモーダル生体認証システムの登録失敗率(MFTE: Multimodal Failure To Enrol rate)がシステムの可用性をよく表現する指標であることが示された。

今年度の活動では、以上のような経緯を踏まえ、試験的に指紋認証装置と指静脈認証装置で構成したマルチモーダル生体認証システムについて評価実験を実施し、規格提案に沿った性能評価レポートを作成した。

3.2 実施概要

平成 25 年度の研究活動である標準文書への反映と性能評価レポートの例示について実施概要を以下に示す。

3.2.1 実施日程とスケジュール

事業実施期間：平成 25 年 5 月 20 日（委託契約締結日）から平成 26 年 2 月 28 日

| No. | 項目 | H25/4 | H25/5 | H25/6 | H25/7 | H25/8 | H25/9 | H25/10 | H25/11 | H25/12 | H26/1 | H26/2 | H26/3 |
|-----|---------------|-------|----------------------------------|-----------|---------------------|-----------|------------------|-------------------|------------|------------|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| 1 | 主なイベント | | | △ 内示 | △ 契約(予定) | | | | | | | 2/E △ 最終報告 発行 | 1/B △ 確定 検査 |
| 2 | SC37国際会議 | | 4/22-26 △ SC37国際 会議(英国) | | | | | | | | 1/13-17 △ SC37国際 会議(ドイツ) | | |
| 3 | SC37国内会議 | | 5/23 △ | 6/20 △ | 7/18 △ | 8/22 △ | 9/19 △ | 10/17 △ | 11/14 △ | 12/19 △ | 1/23 △ | 2/22 △ | |
| 4 | 委員会 スケジュール | | | | 7/26 △ 第1回 | | | 10/24 △ 第2回 | | | | 12/6 △ 第3回 | |
| 5 | 委員会 検討事項 | | (PDAM案寄書) | PDAMレビュー | | | | 投票結果・コメント反映 | | | 国際審議(前後)の対応 | | |
| 6 | 研究事項 | | | | 認証性能評価項目 評価ツール整備 | | 性能評価報告仕様 評価実験 | 例示レポート作成 | | | | | |
| 7 | 報告書 作成 | | | | | | | | | | 執筆 1/5 | マージ 2/3 | 最終修正 14 25 発行 |

3.2.2 委員会開催

- ・ 第一回 平成 25 年 7 月 26 日 10:00～12:00 JAISA にて開催
 - －趣旨説明及び全体計画紹介
- ・ 第二回 平成 25 年 10 月 24 日 15:00～17:00 JAISA にて開催
 - －国際投票結果と各国コメント紹介
 - －例示レポート案の審議
- ・ 第三回 平成 26 年 2 月 6 日 15:00～17:00 JAISA にて開催
 - －ダルムシュタット国際会議報告
 - －例示レポート改善案の審議

3.2.3 実施内容概要

本事業では、マルチモーダル生体認証性能評価要件を、単一モーダル生体認証の性能評価標準 ISO/IEC 19795-2 に対する追補として提案した。

提案にあたっては、バイオメトリック認証に携わる機器ベンダ（日立、富士通、NEC など）および学識経験者により検討委員会を構成して認証性能評価基準を開発し、規格案を作成し、技術的背景との整合を図った上で、規格案を追補規格原案へとブラッシュアップした。さらに、国内の SC37 委員会の承認を経て、国際会議で合意形成し、国際標準化に向けた活動を進めた。

なお、一般社団法人日本自動認識システム協会が統括機関として、事業まとめと委員会運営を行い、株式会社日立製作所が標準文書の開発と提案を実施した。

3.3 結果概要

3.3.1 標準化活動

平成 23 年 5 月に NP 投票の結果が開示され、同年 7 月に開催された国際会議（京都会議）で、審議の上、ISO/IEC 19795-2 に対する追補に着手することになった。エディタとして米国、コエディタとして本事業の推進委員が任命され、同年 8 月に BD を共同で寄書した。平成 24 年 1 月に開催された国際会議（プーケット会議）で BD に対して寄書された各国のコメントが審議され、2 月に Approved Disposition が、3 月に第一作業原案（1st WD）が寄書された。平成 24 年 5 月に各国コメントが寄書され、それに基づいた Proposed Disposition が 6 月に寄書され、7 月の国際会議（パリ会議）で審議された。11 月に Approved Disposition と第二次作業原案（2nd WD）が寄書され、平成 25 年 4 月に開催された国際会議（ウィンチェスタ会議）で審議され、追補規格提案 PDAM（CD 相当）に進むことが決議された。国際投票が平成 25 年 6 月から 9 月に行われ、追補規格提案 PDAM が採択された。投票の際に日本からはマルチモーダル生体認証における登録失敗率（MFTE : Multimodal Failure To Enrol rate）の記述に関して提案し、平成 26 年 1 月の国際会議（ダルムシュタット会議）にて採択され、追補規格原案 : DAM（DIS 相当）の国際投票が平成 26 年 5 月から 7 月にかけて行われることになった。

3.3.2 研究活動（マルチモーダル生体認証による性能評価）

平成 23 年度は、マルチモーダル評価ツールは、ISO/IEC 19795-2：追補の妥当性検証を第 1 の目的とし、マルチモーダル生体認証の評価レポート作成をサポート可能なツール仕様を策定した。評価ツール仕様では、ソフトウェア構成、関数リスト、ファイル構造等を規定した。また、想定される評価方法（融合方式）を網羅的に例示した。

平成 24 年度は、例示した評価方法のうち、任意性が入りにくく、再現性の高い評価仕様を提示することを目的とし、実際のスコアデータを使った融合判定を試行し、マルチモーダル生体認証として望ましい評価方法を策定することを目的とした。ここで、マルチモーダル生体認証システムでの登録ポリシーをひとつ以上のモダリティで登録できる場合に登録可能とすることで、単独のモダリティでは登録できない人であっても救済でき、マルチモーダル生体認証システムでの性能指標に加えることが妥当であることが示された。

平成 25 年度は、マルチモーダル登録拒否率（MFTE）の記述に関して追補規格提案に寄書するとともに、指紋と指静脈のふたつのモダリティからなるマルチモーダル生体認証システムを実験的に構成し、追補規格提案に沿った評価レポートを作成することで提案の妥当性を確認した。

4. 成果の詳細

4.1 標準化提案活動

4.1.1 これまでの経緯

【経緯】

- 平成 22 年 1 月の国際会議（シンガポール会議）で紹介しロードマップに加えられた。
- 平成 23 年 1 月の国際会議（ストックホルム会議）で日本に対して新規提案寄書が要請された。
- 平成 23 年 2 月に日本から新規提案を投入し 5 月 31 日に投票結果が発表された。
 - ・ 賛成：米国、英国など 17 カ国
 - ・ 反対：フランス
 - ・ 日本からの新規補正提案は承認され、標準開発が開始された。
- 平成 23 年 7 月の国際会議（京都会議）で投票結果を議論した。
 - ・ 19795-2 のエディタであった M. Thieme（米）が本追補のプロジェクトエディタに、本事業の推進委員（日）がコエディタに任命された。
 - ・ 19795-2 への追補か 19795-2 の Revise で進めるか議論し、当面追加補正（Amendment）で進めることとなった。
 - ・ Scope についてフランスはマルチモーダルであるかどうかを考慮しないブラックボックスでの評価を主張し、それに対して米国はフュージョンレベルやフュージョンコンポーネントを明確化する場合もあることを主張した。日本は両方を含めてもよいのではないかという立場であった。
- 平成 23 年 8 月に、エディタ（米）が同年 2 月に寄書した日本提案の文書をベースドキュメントのフォーマットに焼きなおし、各国に展開した。ベースドキュメントには日本からの寄書内容がほぼ全て入っており、次の国際会議（プーケット会議）に向けて日本からはコメントしないこととした。
- 平成 24 年 1 月の国際会議（プーケット会議）でベースドキュメントに対するコメントを審議した。主に米国とフランスが本追補提案にブラックボックス以外の評価を含めるか否かで激しく対立した。その結果 WG5 として Integrated system with multiple input and single output を望むユーザ（調達者）に Visible と Not visible の選択肢を示すという方針とすることとなった。これらの審議に基づいて第一次作業原案を作成し、寄書した。
- 平成 24 年 7 月の国際会議（パリ会議）では第一次作業原案を審議し、表現の統一

を図るとともに、マルチモーダル生体認証で得られる効果が米国から例示され、第二次作業原案に進むことになった。

- 平成 25 年 4 月の国際会議（ウィンチェスタ会議）では第二次作業原案の審議が進められ、追補規格提案（PDAM）に進むことになり、米国と共同して寄書した。これに関する国際投票が同年 6 月から 9 月に行われ、追補規格提案 PDAM が採択された。投票の際に日本からはマルチモーダル生体認証における登録失敗率（MFTE：Multimodal Failure To Enrol rate）の記述に関して提案し、平成 26 年 1 月の国際会議（ダルムシュタット会議）にて採択され、追補規格原案：DAM（DIS 相当）の国際投票に平成 26 年 5 月から 7 月にかけて行われることになった。

4.1.2 今年度の取組

今年度は、本事業認可前の4月に国際会議が開催されることになっており、国際会議結果を踏まえた活動から本事業の範囲として取り組んだ。3回の標準規格案検討委員会を計画し、平成26年1月の国際会議（ダルムシュタット会議）までに2回、国際会議での結果を踏まえたまとめとして1回を開催した。当初の目標どおり、本事業内に追補規格提案（PDAM 委員会原案（CD）相当）が採択され、追補規格原案（DAM 規格原案（DIS）相当）に移行する見通しとなった。

4.1.3 今年度の活動詳細

以下に、本国プロで取組んだ、マルチモーダル生体認証における認証性能評価基準の標準規格案検討委員会での主な論点を記載する。

(1) 第1回 マルチモーダル認証性能評価基準標準規格案検討委員会

日時：平成25年7月26日（金） 10:00～12:00

場所：（一社）日本自動認識システム協会 会議室B

議論内容：

- ・標準化検討状況として、平成25年4月に英国ウィンチェスタにて開催されたSC37国際会議での審議結果とそれを踏まえた次回ドイツ会議に向けた19795-2 AMD 1に対する追補規格提案の文書案の検討状況が報告された。説明内容をもとに議論をおこない、次の3点について継続検討し、SC37WG5国内小委員会にて提案することとなった。
 - ①use と enrol と関連する他の用語の表記ゆれを統一する
 - ②解釈に曖昧さが残る表現を修正し、文意が明確になるように文章訂正を行う
 - ③マルチモーダル認証でのFTAについてFTEと同様に語句定義に関わるものを追加することを検討する
- ・研究計画として、追補内容の理解を助けるため、追補提案に従って評価実験を行い、その評価レポートを例示することを目的とした計画を説明した。議論では、取り扱うモダリティは、ツールと設備により決めることとし、少なくとも指静脈を採用すること、例示レポートの書式について検討することが示され、提案が承認された。

(2) 第2回 マルチモーダル認証性能評価基準標準規格案検討委員会

日時：平成24年10月24日（木） 15:00～17:00

場所：（一社）日本自動認識システム協会 会議室B

議論内容：

・ 追補規格提案の Annex F 「Testing of multimodal biometric implementations」 の報告仕様に沿った例示レポートに対する作業の進捗状況が報告された。

- ① 評価ツール整備は、予定どおり平成25年9月末時点で完了した。
- ② 評価実験は、予定どおり、一部完了（2名／10名程度）した段階であった。
- ③ 例示レポート作成は、平成25年12月末の完了を予定しているが、この時点で第一次ドラフトを完了した。

・ 研究活動として取り組んでいる例示レポートについては、指紋と指静脈のふたつのモダリティを用いたマルチモーダル生体認証システムの認証性能評価環境を構築し、小規模（2名）の被験者からバイオメトリックデータを採取し、作成したの第一次ドラフトの報告があった。

・ 例示レポートの内容の説明と、19795-2との突合せを行い、またデータを2名から10名程度に増やして内容の充実を図る、との説明があった。

議論のポイントを以下に記す。

- ① FTE についての定義やポリシーの記載などの見直し
- ② 「組合せ」という表現見直し。他人受入れだけに使う、用語を変えるなどを検討
- ③ Claim は何であるかということを示す
- ④ 今回の追補規格原案に、「用語集の FTE 定義（トランザクション単位）に合わせている。これは、19795-1の定義とは異なる。また、19795-1の改訂時にシリーズ全体を見直すべきである」という文言の追加
- ⑤ 登録データと照合用データの取り扱い方

・ 標準化検討状況について、PDAM 投票結果とコメント内容について報告があった。報告内容を示す。

- ① 14ヶ国が賛成、1カ国（スペイン）がコメント付賛成、日本はコメント付反対、11カ国が棄権であった。スペインのコメントはエディトリアルな内容で特に問題ない。日本からのコメントは第1回委員会にて審議した結果に応じて作成した内容（MFTEに関するコメント）である。
- ② これらのコメントについては、平成26年1月にドイツで開催される SC37 国際会議にて審議する。

(3) 第3回 マルチモーダル認証性能評価基準標準規格案検討委員会

日時：平成25年2月6日（木） 15:00～17:00

場所：（一社）日本自動認識システム協会 会議室B

議論内容：

- ・標準化検討状況について、SC37WG5 ダルムシュタット会議審議結果について、DAM投票に進んだとの報告があった。

報告内容を示す。

- ①日本が提出した Multimodal FTE の定義に関する use と enrol 関連の表記ゆれを修正するコメントはアクセプトされた。

また、FTA for multimodal の定義に関して、説明を追記するコメントは、少々の文書修正を加えてアクセプトされた。さらに、simultaneous と sequential ケースの記述が入り組んでいたものを整理するコメントは、マルチモーダルでは、enrol と acquire で登録や画像取得ポリシーの考え方が多少異なることが少し議論され、日本提案の文書一部取り入れながら書き直した形でアクセプトされた。

その他、あいまいさが残る個所の修正に関する日本コメントは、英語表記の仕方等多くはアクセプトされ、一部修正不要とのことでリジェクトされた。リジェクトは、表現の問題とされ文意は変わらないため日本として問題ない意思表示した。

- ・追補規格提案の Annex F 「Testing of multimodal biometric implementations」の報告仕様に沿った例示レポートに対する作業の進捗状況が報告された。

下記の主な指摘内容について、修正・追記することとなった。

- ①実験結果を見るとエラーが発生していないため、マルチモーダルの良さが表されていない結果となっている。今回の目的の一つにマルチモーダルの良さを示すことがあるので、シミュレーションと断った上でよいので、それぞれのシングルモードに対してエラーを作為的(仮想的)に付け加えた時の結果やレポート記載内容についても考察を加えること。
- ②除外基準や表8で触れている除外基準、特に除外基準1について、19795-1に則るように、またマルチモーダルの良さを表すことができるように再整理すること。
- ③表8の評価という語句は何を示しているのかわからない。第4章の評価全体を示すようでもあるがそうでないようにも思える。再整理と表現を工夫すること。
- ④4. 2、4. 3で m_G や E_G 等の表記は混乱している。再整理すること。
- ⑤4. 2、4. 3で「3の法則」に触れている部分について再検討すること。
- ⑥図11にスレッシュホールドが示してあると理解しやすいのではないか。
- ⑦図12の図および図中の語句は標準案(19795-1 Figure 1)に準じて表記するように変更すること。

4.1.4 国際会議（ダルムシュタット会議）の状況と結果

日時：2014年1月13日～17日

場所：Fraunhofer IGD（独）

国際主査：Nigel Gordon（英）

審議内容抜粋：

- ・2013年10月10日に各国に回覧されたPDAM投票結果をレビューした。投票結果は、14ヶ国が賛成、1カ国（スペイン）がコメント付賛成、日本はコメント付反対、11カ国が棄権であった。
- ・スペインが提出したエディトリアルなコメント2件はアクセプトされた。
- ・第1回 マルチモーダル認証性能評価基準標準規格案検討委員会での議論に基づき日本が提出したMultimodal FTEの定義に関するuseとenrol関連の表記ゆれを修正するコメントはアクセプトされた。また、同委員会での議論に基づき日本が提出した、FTA for multimodalの定義に関して、説明を追記するコメントは、少々の文書修正を加えてアクセプトされた。さらに、同委員会での議論に基づき日本が提出した、simultaneousとsequentialケースの記述が入り組んでいたものを整理するコメントは、マルチモーダルでは、enrolとacquireで登録や画像取得ポリシーの考え方が多少異なることが少し議論され、日本提案の文書一部取り入れながら書き直した形でアクセプトされた。その他、あいまいさが残る個所の修正に関する日本コメントは、英語表記の仕方等多くはアクセプトされ、一部修正不要とのことでリジェクトされた。リジェクトは、表現の問題とされ文意は変わらないため日本として問題ないと意思表示した。
- ・日本のテクニカルコメントは上記内容の9件だったが、当初の意図通りほぼアクセプトされた。
- ・日本がPDAM投票の時に"If you disapprove the draft, would you please indicate if you accept to change your vote to Approval if the reasons and appropriate changes will be accepted?"に対してYesの意思表示をしており、今回の会議で日本のコメントが受け入れられたため、最終的にvote to Approvalの意思表示となった。
- ・PDAM投票に関して提出されたコメントは、それぞれ提出元の日本とスペインが納得する形でアクセプトされたため、DAM投票に進むこととなった。
- ・今後実施されるDAM投票結果に対して審議が必要となった場合には、2014年9月3日に予定されているWebex(オンラインミーティング)で審議することとなった。

4.2 研究活動（マルチモーダル性能評価のレポートニング）

4.2.1 これまでの経緯

昨年度は、マルチモーダル認証性能評価の実証を目的に、NIST 公開の 517 名分のマルチモーダル照合スコアデータセットを用いた分析を行った。具体的には、同一人物の指紋と顔の照合スコアデータに対し複数の代表的なスコア／判定の融合方式を適用し、DET 曲線等を用いて認証性能を評価した。これにより、各方式の認証性能向上への効果を示すとともに、規格文書記載の妥当性を検証した。

本年度は、規格文書のさらなる妥当性検証と普及を目的に、ISO/IEC19795-2 の追補である Annex F「Testing of multimodal biometric implementations」の報告基準に沿ったマルチモーダル生体認証性能評価の例示レポートを作成する。被験者の生体データ収集から認証性能評価までの一連の流れを実際に行うことで、机上検討では見落としがちな報告漏れや矛盾を防ぎ、マルチモーダル生体認証システムの評価者にとって有用な報告書の作成を目指す。

4.2.2 平成 25 年度の検討詳細

マルチモーダル生体認証性能評価の例示レポートを作成するにあたり、今回は指紋と指静脈の二つのモダリティを用いることとした。評価実験を実現するため、指紋と指静脈それぞれの装置からバイオメトリックデータを取得するための実験環境を構築し、13人の被験者よりデータを取得して認証性能の評価を行った。

評価の結果、本実験ではシングルモーダルとマルチモーダルの認証性能がほぼ同じとなった。そこで、マルチモーダル生体認証システムならではの特性が強く現れるケースについても擬似的に結果を作成し、認証性能の評価を行った。

例示レポートには、前述の性能評価結果に加えて、評価方針から対象システムの構成・機能、被験者の情報、データ取得手順、性能指標の算出方法をまとめている。内容は委員会でのレビュー（計2回）および回覧レビューを通してブラッシュアップを図った。4.2.3 に例示レポートを示す。

4.2.3 マルチモーダル生体認証システム認証性能評価報告書（例示レポート）

1. はじめに

本文書は、指紋装置および指静脈装置を用いたマルチモーダル生体認証システムのテクノロジー評価に関する認証性能評価報告書である。評価対象システムは、物理的・論理的に独立した指紋装置と指静脈装置を用いて、それぞれのモダリティで照合した判定結果を融合し、最終判定を行うものである。本報告書は、評価システムの構成、被験者からのデータ収集方法、認証性能の算出方法、および評価結果を示す。

認証性能の評価方法には、国際規格である ISO/IEC 19795-1[1]、2[2]（追補 Annex Fを含む）を採用する。

2. 評価内容

本章では、評価方針および評価対象システムの構成、機能、被験者について述べる。

2. 1 目的

本評価は、前述のマルチモーダル生体認証システムの認証性能を測定することを目的とする。具体的には、システムの誤非合致率（FNMR：False Non Match Rate）、誤合致率（FMR：False Match Rate）、および生体情報登録失敗率（FTE：Failure To Enrol rate）を測定することを目的とする。

本評価はテクノロジー評価であり、評価用に被験者から収集したバイオメトリックデータを用いて性能測定を行う。人工的な構造物あるいはすでに収集済みのデータを加工したものなどは使用しない。

2. 2 方針

本評価では、指紋と指静脈の両方において指単位で万人不同性が確保されているものとし、異なる指から取得したデータは同一人物のものであっても独立したバイオメトリックデータとして扱う。また、登録・照合における入力試行は1回とし、リトライは許容しない（1トランザクション＝1入力試行）。これにより、

FNMR、FMR、FTE¹はいずれも指の試行単位での測定となる。

マルチモーダルの融合方式については、登録・照合時のトランザクションそれぞれに対してモーダル個別の判定結果を論理和（OR）で最終判定する方式を用いる。例えば登録時には、指紋または指静脈いずれかのバイオメトリックデータの登録に成功した場合、登録成功と判定する。照合時も同様に、指紋または指静脈いずれかの照合結果が合致となった場合に照合成功と判定する。

なお、ISO/IEC 19795-1 では、バイオメトリックデータの登録と取得の収集間隔を、実運用を想定して設定すべきとしている。したがって、想定される運用形態に応じて収集間隔を数日から数週間あけることが望ましい。本評価では、同じ日に被験者から登録用・照合用バイオメトリックデータを収集した。収集間隔が短いことで、実システムと比較して良好な FNMR が得られると予想される。

2. 3 評価システムの構成

本システムは、指紋・指静脈のバイオメトリックデータを、それぞれ専用の装置を用いて取得する構成である。また本システムは、PC を用いた業務システムへのアクセス管理など、主に論理的なアクセスコントロールを目的としたアプリケーションを想定している。このため、本システムの評価環境は冷暖房の作動している屋内とし、被験者は常時座位で登録・照合を行う。評価に用いたシステムの物理構成を図 1 に示す。

¹ FTE の定義は、ISO/IEC 19795-1 および ISO/IEC19795-2 の追補では登録者単位、ISO/IEC 2382-37[3]ではトランザクション単位となっており、内容が異なる。本評価では、トランザクション単位で実施している。

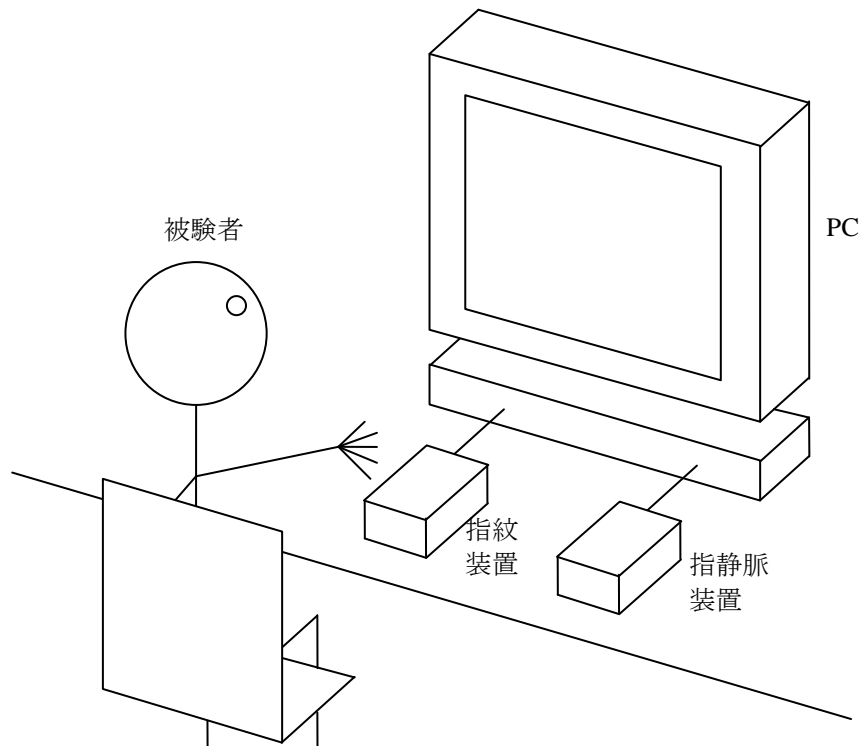


図1 評価システムの物理構成

評価システムを構成する指紋装置と指静脈装置の仕様は、それぞれ表1、表2の通り。²

表1 指紋装置の仕様

| 項目 | 説明 |
|-----------|------------------------------|
| 装置名 | A社製指紋装置 (型番: xxx) |
| ソフトウェア | A社製 SDK (型番: xxx、バージョン: yyy) |
| データフォーマット | A社独自指紋データフォーマット |

表2 指静脈装置の仕様

| 項目 | 説明 |
|-----------|------------------------------|
| 装置名 | B社製指静脈装置 (型番: xxx) |
| ソフトウェア | B社製 SDK (型番: xxx、バージョン: yyy) |
| データフォーマット | B社独自指静脈データフォーマット |

2.4 評価システムの機能

² 本例示レポートでは、評価対象の装置を特定する必要がないため、型番やソフトウェアバージョンは記載していない。

評価システムは、指紋と指静脈それぞれの特徴・テンプレートを収集する「収集システム」と、収集した特徴・テンプレートの比較を行い照合結果を判定する「照合システム」の二つのサブシステムより構成される。収集システムは、指紋と指静脈それぞれのサンプルを取得し、特徴・テンプレートを生成する機能を有する。照合システムは、指紋と指静脈それぞれの特徴・テンプレートを比較し、照合判定を行い、さらにその判定結果を OR 融合し、最終判定結果を求める機能を有する。

特徴・テンプレートの収集時には、被験者は自らの指紋および指静脈の画像を見ながら、指の位置や押し付け具合を調整することができる。ただし、この時にオペレータは一切指示を行わない。また、このとき照合判定は行われなため、判定結果は特徴やテンプレートの品質に影響しない。

評価対象システムの機能構成を表 2 に、各機能の説明を表 3 に示す。

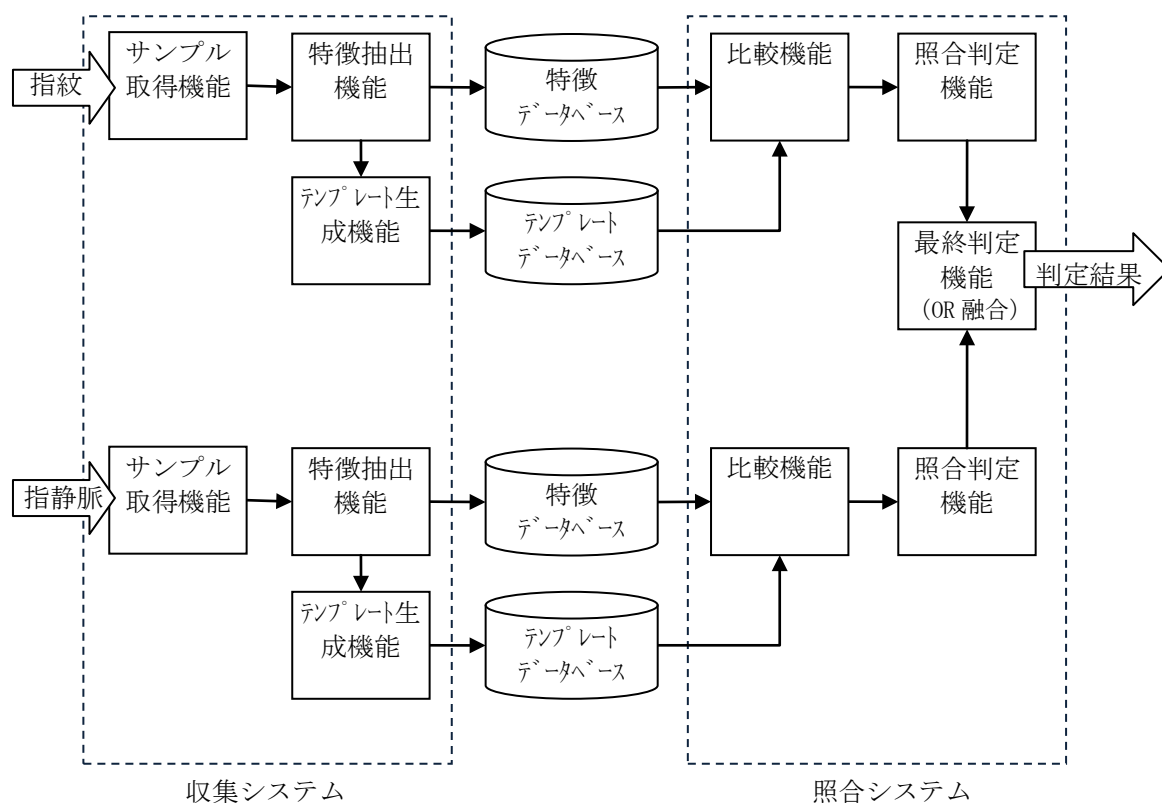


図2 評価システムの機能構成

表3 評価システムの機能概要

| 機能 | 説明 |
|--------------|--|
| サンプル取得機能 | 指紋／指静脈のサンプルを取得する |
| 特徴抽出機能 | 指紋／指静脈のサンプルから登録・照合に必要な特徴を抽出する |
| テンプレート生成機能 | 登録用に取得した3つの特徴から1つのテンプレートを生成する |
| 特徴データベース | 特徴を保存・管理する |
| テンプレートデータベース | テンプレートを保存・管理する |
| 比較機能 | 特徴とテンプレートを比較し、マッチングスコア（類似度）を算出する |
| 照合判定機能 | 比較機能が算出したマッチングスコアと設定されたしきい値を元に、一致／不一致を判定する |
| 最終判定機能 | 指紋／指静脈それぞれの照合判定機能が出力した判定情報を元に、一致／不一致の最終判定を行う |

2.5 被験者

本評価では、全てのバイオメトリックデータを実際の被験者から収集する。人工的に作成・加工したデータは用いない。被験者は全て社内のオフィスワーカーである。具体的な被験者数を以下に示す。

表4 被験者の構成

| 項目 | 値 | 備考 |
|------|-----|-----|
| 被験者数 | 13人 | |
| 性別内訳 | 男性 | 12人 |
| | 女性 | 1人 |
| 年齢内訳 | 10代 | 0人 |
| | 20代 | 2人 |
| | 30代 | 3人 |
| | 40代 | 7人 |
| | 50代 | 1人 |
| | 60代 | 0人 |

3. 収集方法

本章では、被験者からのデータの収集方法について述べる。

3. 1 データの記録

データの収集は、収集システムを用いてオペレータが行う。収集の際に記録した情報は表5の通りである。

表5 データ収集時の情報

| # | 項目 | 値 (単位) | 備考 |
|-------------------------------|----------|--------------|---------------------------|
| 標準項目 | | | |
| 1 | 装置 ID | - | |
| 2 | 温度 | 25 - 30 (°C) | 室温を記録 |
| 被験者ごとに記録する項目 (同一被験者では変更の必要なし) | | | |
| 3 | 被験者 ID | - | 全被験者を識別可能かつ 実験中に変更されない |
| 指ごとに記録する項目 | | | |
| 4 | 入力手 | 右/左 | |
| 5 | 入力指 | 人差し指/中指/薬指 | |
| 6 | 疾病・傷・やけど | 有/無 | 登録/取得失敗の場合のみ 入力 |
| 7 | 収集日時 | 日時 | 自動入力 |
| 8 | 画像取得結果 | 成功/失敗 | 自動入力 |
| 9 | データ提供経験 | 有/無 | |

3. 2 除外基準

下記の除外基準を満たす場合、オペレータは該当のバイオトリックデータを収集対象から除外してよいものとした。ただし除外した指の数は、収集結果に記録するものとした。

- ・ 被験者もしくはオペレータの操作ミスにより、誤ったファイル名を付与してしまったデータ

以下のケースは除外せず、登録失敗あるいは取得失敗としてカウントした。

- ・ 取得すべき指が欠損している
- ・ 指の障害や怪我により、オペレータが指示する適切な指の置き方ができない
- ・ 指画像取得部位を覆うものをはずせない (包帯など)

3. 3 バイオメトリックデータ収集方法

本節では、バイオメトリックデータの収集方法について述べる。

3. 3. 1 概要

すべての収集作業は、装置構成、ツール、各種パラメータ、装置の設置場所、設置環境などに関して同じ条件下で実施した。また、オペレータは実際の収集作業を事前に練習することで、本番時のミスを防いだ。

本評価では、被験者 1 人あたり 6 指（両手の人差し指、中指、薬指）、1 指あたりテンプレート 1 つと特徴 1 つを収集した。

3. 3. 2 収集手順

収集作業は以下の通り実施した。

- 1) 被験者 ID を設定する。このとき、被験者 ID がすでに収集された被験者のデータベースに存在しないことを確認する。すでに収集済みであった場合、収集処理を中断する。
- 2) 表 5 の情報を被験者から収集する。
- 3) 被験者に収集手順や装置の使い方を説明する。必要があれば指の入力方法を実際に示す。
- 4) 被験者の習熟度を高めるため、被験者は指を置く練習を行い、十分に指紋装置および指静脈装置の利用方法について習熟しておく。ただし、練習時にはサンプルの取得は行わず、認証判定も行わない。練習段階で登録失敗あるいは取得失敗とすべき指があった場合、オペレータは被験者と指を記録し、その指からはテンプレートや特徴の収集を実施しない。
- 5) 指紋装置、指静脈装置の順にテンプレートと特徴の取得を行う。

以上で被験者 1 人あたりおおよそ 15 分の作業である。上記手順のフローを図 3 に示す。

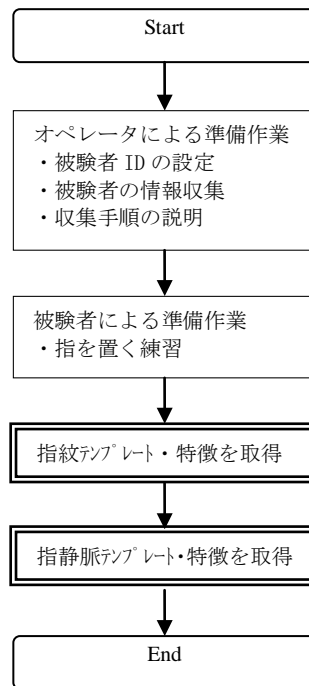


図3 データ収集手順（被験者毎）

テンプレート・特徴の取得手順は、指紋と指静脈で全く同じである。詳細には、まず右手→左手の順に、人差し指、中指、薬指の計 6 指分のテンプレートを取得する。続いて、同じ順に計 6 指分の特徴を取得する。（これにより、同じ指からの連続したテンプレートと特徴の取得を避ける。）テンプレート・特徴の取得手順を図 4 に示す。

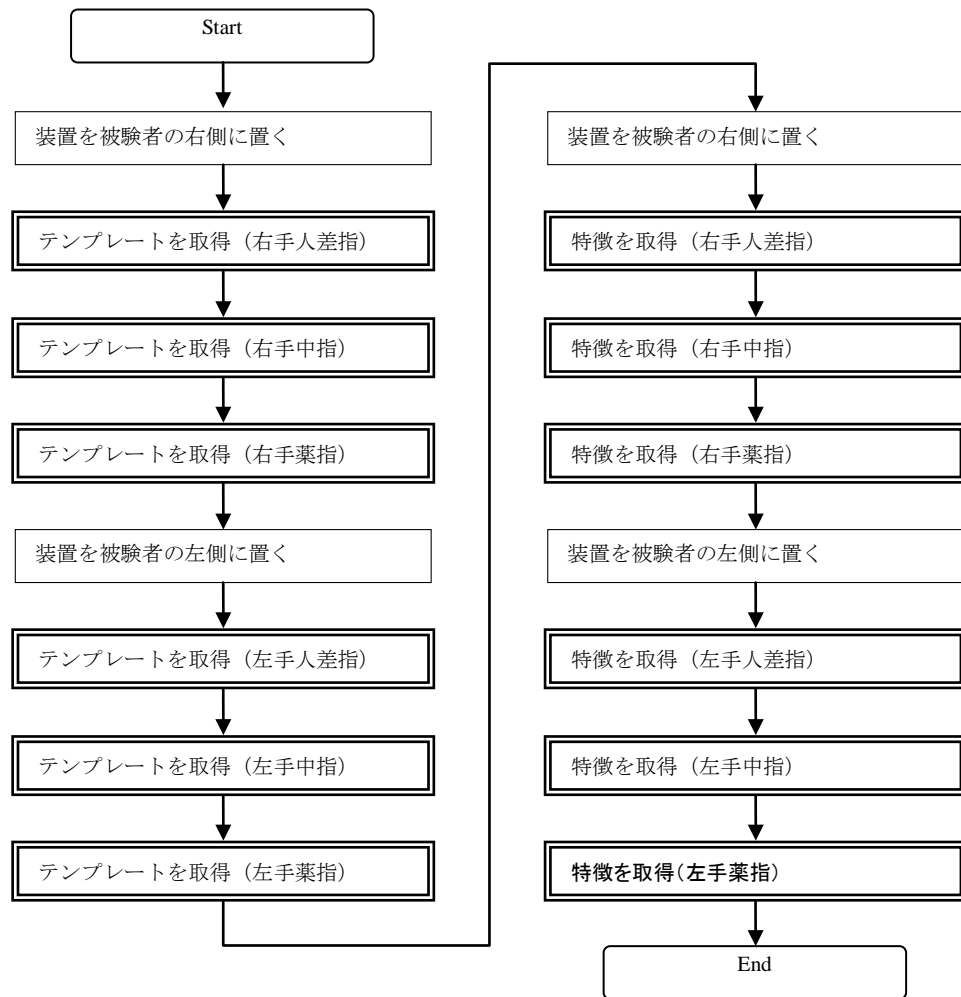


図4 テンプレート・特徴の取得手順（指紋／指静脈共通）

各指のテンプレート取得時には、被験者は1指あたり1回の入力試行を行い、1入力試行あたり3回の指の提示を行う。1回でもサンプル取得に失敗した場合、その指は登録失敗とし、リトライは行わない。

なお「提示」とは、指を置いて画像が収集された後に指を離すまでの行為を指す。被験者の提示中に、オペレータは指の置き位置や強さなどについて助言してはならない。また、指を装置に置いたままで連続してサンプルを収集してはならない。

テンプレートの取得手順の詳細を図5、図6に示す。

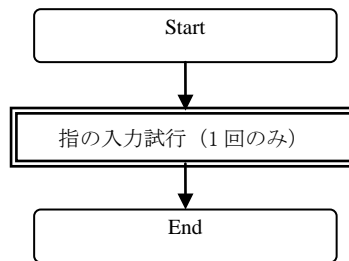


図5 テンプレートの取得手順 (各指共通)

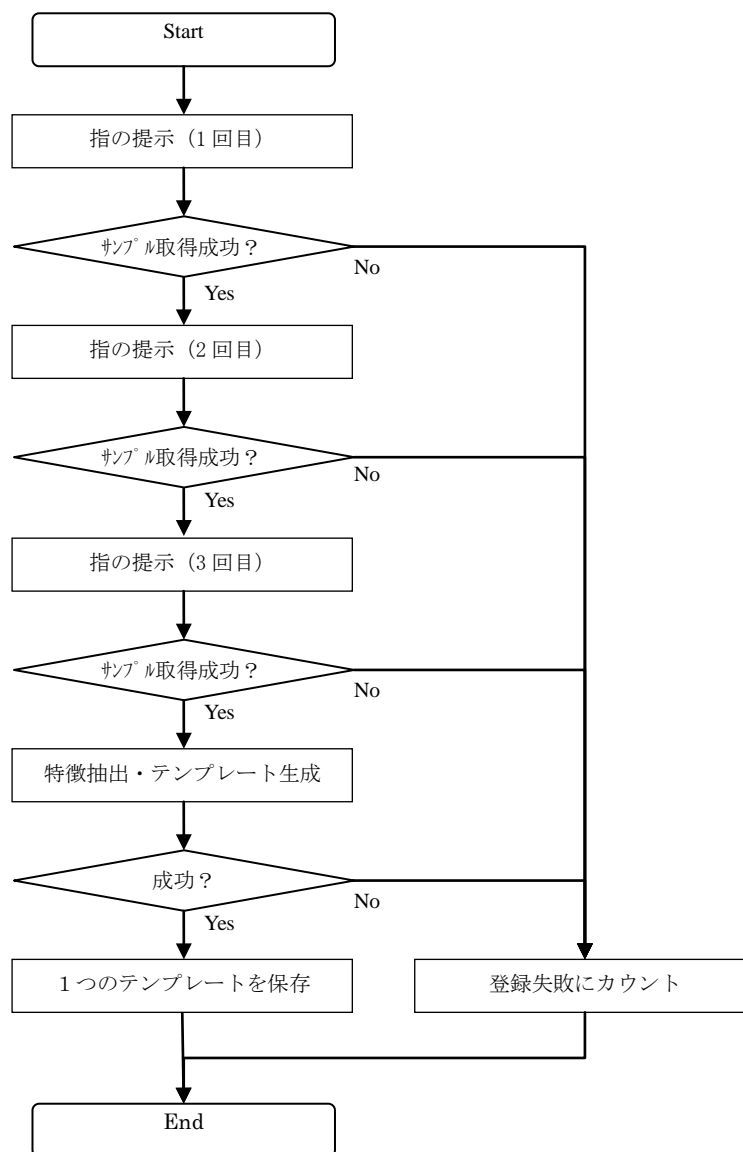


図6 テンプレートの入力試行手順 (各指共通)

各指の特徴の取得時には、被験者は1指あたり1回の入力試行を行い、1入力試行あたり1回の指の提示を行う。1回でもサンプル取得に失敗した場合、その指は取得失敗とし、リトライは行わない。

特徴の取得手順の詳細を図7、図8に示す。

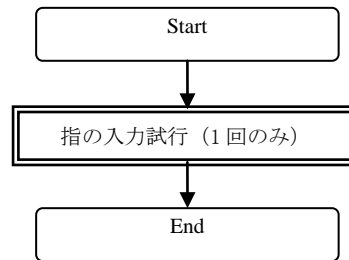


図7 特徴の取得手順 (各指共通)

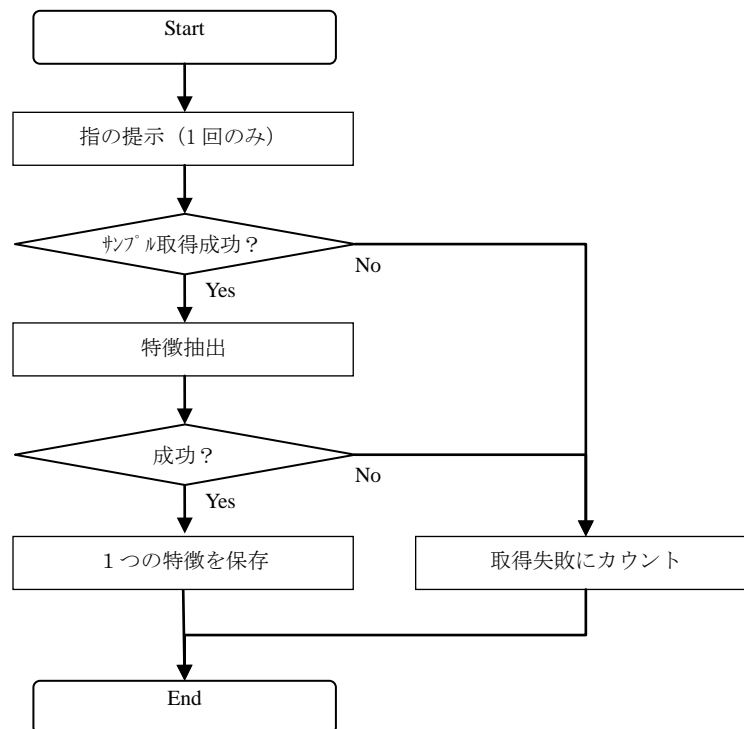


図8 特徴の入力試行手順 (各回共通)

4. 認証性能評価結果

本システムの登録失敗率 (FTE : Failure To Enrol Rate)、誤非合致率 (FNMR : False Non Match Rate)、誤合致率 (FMR : False Match Rate) を測定する。

4. 1 収集結果

指紋データの収集結果を表 6 に、指静脈データの収集結果を表 7 に、マルチモーダルシステムとしての収集結果を表 8 に示す。

なお、マルチモーダルシステムとしては、指紋または指静脈いずれかの登録／取得に成功した場合は、登録／取得成功と判定する（両方の登録／取得に失敗した場合のみ、登録／取得失敗とカウントする）。

表6 収集結果（指紋）

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|---------------------------|-----------|-----|-------------------------------|
| 総被験者数 | S | 13人 | |
| 全登録対象の指の数 | N_A | 78指 | |
| 登録から除外した指の数 | N_{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 登録失敗した指の数 | N_{FTE} | 0指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した登録対象の指の数 | N | 78指 | $N = N_A - N_{EXC} - N_{FTE}$ |
| 全取得対象の指の数 | n_A | 78指 | |
| 取得から除外した指の数 | n_{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 取得失敗した指の数 | n_{FTA} | 0指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した取得対象の指の数 | n | 78指 | $n = n_A - n_{EXC} - n_{FTA}$ |

表7 収集結果（指静脈）

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|---------------------------|-----------|-----|-------------------------------|
| 総被験者数 | S | 13人 | |
| 全登録対象の指の数 | N_A | 78指 | |
| 登録から除外した指の数 | N_{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 登録失敗した指の数 | N_{FTE} | 0指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した登録対象の指の数 | N | 78指 | $N = N_A - N_{EXC} - N_{FTE}$ |
| 全取得対象の指の数 | n_A | 78指 | |
| 取得から除外した指の数 | n_{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 取得失敗した指の数 | n_{FTA} | 0指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した取得対象の指の数 | N | 78指 | $n = n_A - n_{EXC} - n_{FTA}$ |

表 8 収集結果（マルチモーダル）

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|---------------------------|------------------|-----|-------------------------------|
| 総被験者数 | S | 13人 | |
| 全登録対象の指の数 | N _A | 78指 | |
| 登録から除外した指の数 | N _{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 登録失敗した指の数 | N _{FTE} | 0指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した登録対象の指の数 | N | 78指 | $N = N_A - N_{EXC} - N_{FTE}$ |
| 全取得対象の指の数 | n _A | 78指 | |
| 取得から除外した指の数 | n _{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 取得失敗した指の数 | n _{FTA} | 0指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した取得対象の指の数 | n | 78指 | $n = n_A - n_{EXC} - n_{FTA}$ |

4. 2 マルチモーダル登録失敗率（MFTE）の算出

マルチモーダル登録失敗率（MFTE）は、総登録数からデータの入力ミスなどを除外した指の数に対する登録失敗の比率として算出した。

$$FTE = N_{FTE} / (N_A - N_{EXC})$$

今回の評価では、上式に表 8 の値を当てはめ、MFTE は 0% と算出された。

4. 3 誤非合致率 (FNMR) の算出

誤非合致率 (FNMR) の算出方法は以下の通りとした。

指紋と指静脈のそれぞれについて、まず、同一の指から得られたテンプレートと特徴の全ての照合ペアについて、マッチングスコア (類似度) を算出する。このとき照合ペアの数を m_G とする。ここで、指紋と指静脈の両方のマッチングスコアがしきい値 T_{FP} および T_{FV} よりも小さい照合ペアを、誤非合致と判定する。誤非合致数を E_G とすると、しきい値 $\{T_{FP}, T_{FV}\}$ における FNMR は次式で表される。

$$FNMR = E_G / m_G$$

今回の評価では、全ての同一指の照合ペア (m_G) が 78 組、しきい値 $T_{FP}=3000$ 、 $T_{FV}=3000$ における誤非合致 (E_G) が 0 組生じた。詳細を表 9 に示す。

表9 FNMR算出の詳細

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|---------------------|-------|----|-------|
| 同一指の照合ペア数 (マルチモーダル) | m_G | 78 | OR 融合 |
| 同一指の照合ペア数 (指紋) | — | 78 | |
| 同一指の照合ペア数 (指静脈) | — | 78 | |
| 誤非合致数 (マルチモーダル) | E_G | 0 | OR 融合 |
| 誤非合致数 (指紋) | — | 0 | |
| 誤非合致数 (指静脈) | — | 0 | |

以上より、FNMR は 0% と算出された。

4. 4 誤合致率 (FMR) の算出

誤合致率 (FMR) の算出方法は以下の通りとした。

指紋と指静脈のそれぞれについて、まず、異なる指から得られたテンプレートと特徴の全ての照合ペアについて、マッチングスコア (類似度) を算出する。このとき照合ペアの数を m_I とする。ここで、指紋と指静脈のマッチングスコアの少なくとも片方がしきい値 T_{FP} または T_{FV} よりも大きい照合ペアを、誤合致と判定する。誤合致数を E_I とすると、しきい値 $\{T_{FP}, T_{FV}\}$ における FMR は次式で表される。

$$FMR = E_I / m_I$$

今回の評価では、全ての異なる指の照合ペア (m_I) が 6006 組、しきい値 $T_{FP}=3000$ 、 $T_{FV}=3000$ における誤合致 (E_I) が 1 組生じた。詳細を表 10 に示す。

表10 FMR算出の詳細

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|----------------------|-------|------|-------|
| 異なる指の照合ペア数 (マルチモーダル) | m_1 | 6006 | OR 融合 |
| 異なる指の照合ペア数 (指紋) | — | 6006 | |
| 異なる指の照合ペア数 (指静脈) | — | 6006 | |
| 誤合致数 (マルチモーダル) | E_1 | 1 | OR 融合 |
| 誤合致数 (指紋) | — | 1 | |
| 誤合致数 (指静脈) | — | 0 | |

以上より、FMR は 0.017% と算出された。

4. 5 DET 曲線

本評価では誤非合致と誤合致が同時に発生しなかったため、DET 曲線は描画できなかつた。

4. 6 照合スコアの分布 (参考)

本評価の照合スコアの分布を以下に示す。

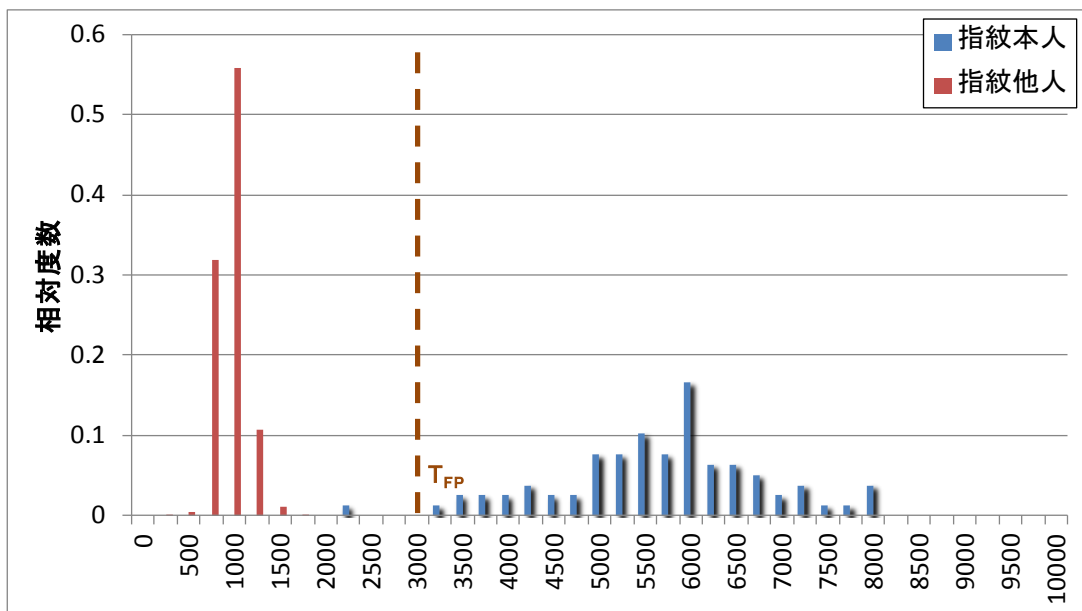


図9 指紋照合スコアの分布図

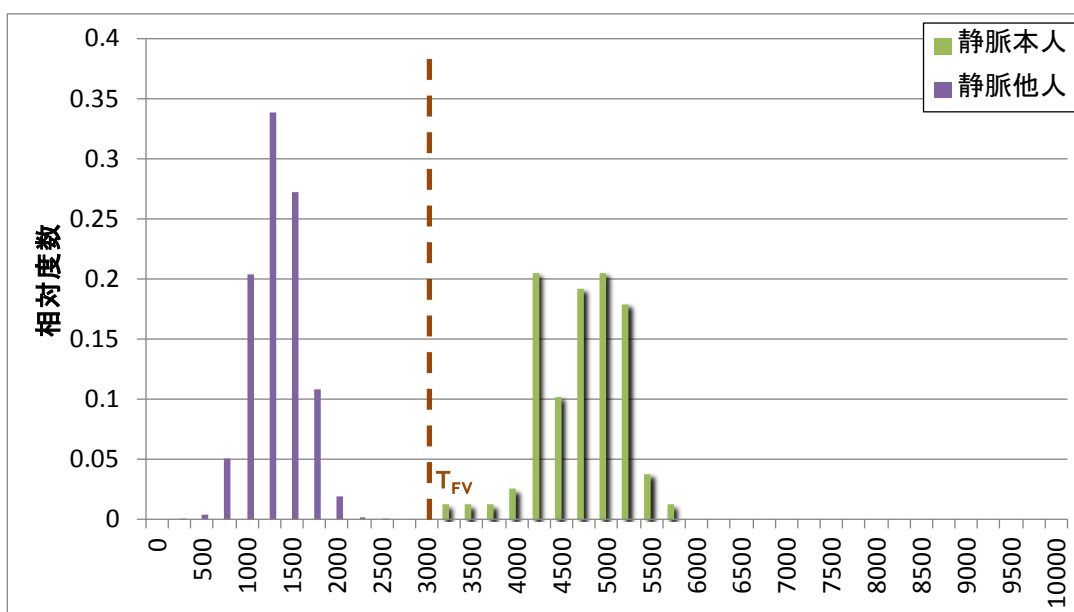


図10 指静脈照合スコアの分布図

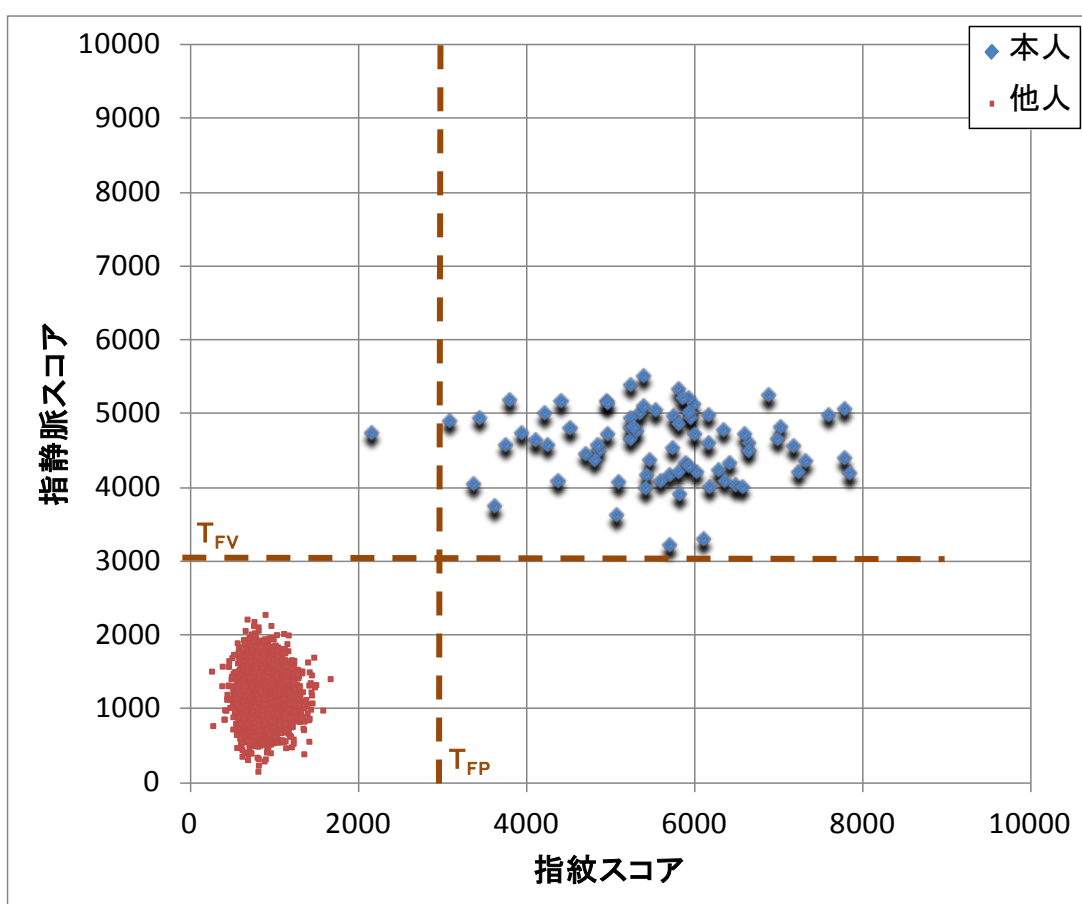


図11 マルチモーダル照合スコアの分布図

なお、指紋スコアと指静脈スコアの相関係数は、本人分布では 0.08、他人分布では 0.01 となり、スコアの相関関係は見られなかった。

5. 認証性能評価結果（シミュレーション）

前章の実データを用いた評価システムでは、シングルモーダルとマルチモーダルの認証性能がほぼ同じ結果となった。本章では、擬似データを用いることで、シングルモーダルとマルチモーダルの認証性能が異なるケースの認証性能評価を行う。

5.1 バイオメトリックデータ収集結果

指紋データの収集結果を表11に、指静脈データの収集結果を表12に、マルチモーダルシステムとしての収集結果を表13に示す。

なお、マルチモーダルシステムとしては、指紋または指静脈いずれかの登録／取得に成功した場合は、登録／取得成功と判定する（両方の登録／取得に失敗した場合のみ、登録／取得失敗とカウントする）。

表11 収集結果（指紋）

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|--------------------------|-----------|-----|-------------------------------|
| 総被験者数 | S | 15人 | |
| 全登録対象の指の数 | N_A | 90指 | |
| 登録から除外した指の数 | N_{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 登録失敗した指の数 | N_{FTE} | 3指 | |
| FNMR/FMRの計算に使用した登録対象の指の数 | N | 87指 | $N = N_A - N_{EXC} - N_{FTE}$ |
| 全取得対象の指の数 | n_A | 90指 | |
| 取得から除外した指の数 | n_{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 取得失敗した指の数 | n_{FTA} | 1指 | |
| FNMR/FMRの計算に使用した取得対象の指の数 | n | 89指 | $n = n_A - n_{EXC} - n_{FTA}$ |

表12 収集結果（指静脈）

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|---------------------------|------------------|-----|-------------------------------|
| 総被験者数 | S | 15人 | |
| 全登録対象の指の数 | N _A | 90指 | |
| 登録から除外した指の数 | N _{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 登録失敗した指の数 | N _{FTE} | 2指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した登録対象の指の数 | N | 88指 | $N = N_A - N_{EXC} - N_{FTE}$ |
| 全取得対象の指の数 | n _A | 90指 | |
| 取得から除外した指の数 | n _{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 取得失敗した指の数 | n _{FTA} | 2指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した取得対象の指の数 | n | 88指 | $n = n_A - n_{EXC} - n_{FTA}$ |

表13 収集結果（マルチモーダル）

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|---------------------------|------------------|-----|-------------------------------|
| 総被験者数 | S | 15人 | |
| 全登録対象の指の数 | N _A | 90指 | |
| 登録から除外した指の数 | N _{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 登録失敗した指の数 | N _{FTE} | 0指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した登録対象の指の数 | N | 90指 | $N = N_A - N_{EXC} - N_{FTE}$ |
| 全取得対象の指の数 | n _A | 90指 | |
| 取得から除外した指の数 | n _{EXC} | 0指 | 除外基準により除外した指の数 |
| 取得失敗した指の数 | n _{FTA} | 0指 | |
| FNMR/FMR の計算に使用した取得対象の指の数 | n | 90指 | $n = n_A - n_{EXC} - n_{FTA}$ |

5.2 マルチモーダル登録失敗率（MFTE）の算出

マルチモーダル登録失敗率（MFTE）は、総登録数からデータの入力ミスなどを除外した指の数に対する登録失敗の比率として算出した。

$$FTE = N_{FTE} / (N_A - N_{EXC})$$

今回の評価では、上式に表13の値を当てはめ、MFTEは0%と算出された。

5.3 誤非合致率（FNMR）の算出

誤非合致率（FNMR）の算出方法は以下の通りとした。

指紋と指静脈のそれぞれについて、まず、同一の指から得られたテンプレート

と特徴の全ての照合ペアについて、マッチングスコア（類似度）を算出する。このとき照合ペアの数を m_G とする。ここで、指紋と指静脈の両方のマッチングスコアがしきい値 T_{FP} および T_{FV} よりも小さい照合ペアを、誤非合致と判定する。誤非合致数を E_G とすると、しきい値 $\{T_{FP}, T_{FV}\}$ における FNMR は次式で表される。

$$FNMR = E_G / m_G$$

今回の評価では、全ての同一指の照合ペア (m_G) が 90 組、しきい値 $T_{FP}=3000$ 、 $T_{FV}=3000$ における誤非合致 (E_G) が 1 組生じた。詳細を表 14 に示す。

表14 FNMR算出の詳細

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|--------------------|-------|----|-------|
| 同一指の照合ペア数（マルチモーダル） | m_G | 90 | OR 融合 |
| 同一指の照合ペア数（指紋） | — | 87 | |
| 同一指の照合ペア数（指静脈） | — | 86 | |
| 誤非合致のペア数（マルチモーダル） | E_G | 1 | OR 融合 |
| 誤非合致のペア数（指紋） | — | 11 | |
| 誤非合致のペア数（指静脈） | — | 9 | |

以上より、FNMR は 1.11% と算出された。

5. 4 誤合致率（FMR）の算出

誤合致率（FMR）の算出方法は以下の通りとした。

指紋と指静脈のそれぞれについて、まず、異なる指から得られたテンプレートと特徴の全ての照合ペアについて、マッチングスコア（類似度）を算出する。このとき照合ペアの数を m_I とする。ここで、指紋と指静脈のマッチングスコアの少なくとも片方がしきい値 T_{FP} または T_{FV} よりも大きい照合ペアを、誤合致と判定する。誤合致数を E_I とすると、しきい値 $\{T_{FP}, T_{FV}\}$ における FMR は次式で表される。

$$FMR = E_I / m_I$$

今回の評価では、全ての異なる指の照合ペア (m_I) が 8010 組、しきい値 $T_{FP}=3000$ 、 $T_{FV}=3000$ における誤合致 (E_I) が 172 組生じた。詳細を表 15 に示す。

表 15 FMR 算出の詳細

| 項目 | 記号 | 数 | 備考 |
|---------------------|-------|------|-------|
| 同一指の照合ペア数 (マルチモーダル) | m_G | 8010 | OR 融合 |
| 同一指の照合ペア数 (指紋) | — | 7656 | |
| 同一指の照合ペア数 (指静脈) | — | 7658 | |
| 誤非合致のペア数 (マルチモーダル) | E_G | 172 | OR 融合 |
| 誤非合致のペア数 (指紋) | — | 40 | |
| 誤非合致のペア数 (指静脈) | — | 132 | |

以上より、FMR は 2.15% と算出された。

5. 5 DET 曲線

本評価の DET 曲線を図 12 に示す。

マルチモーダル生体認証システムを構成することにより、シングルモーダル (指紋単体または指静脈単体) の生体認証システムと比較して、誤り率 (FNMR) を概ね 1 桁低減させることができる。

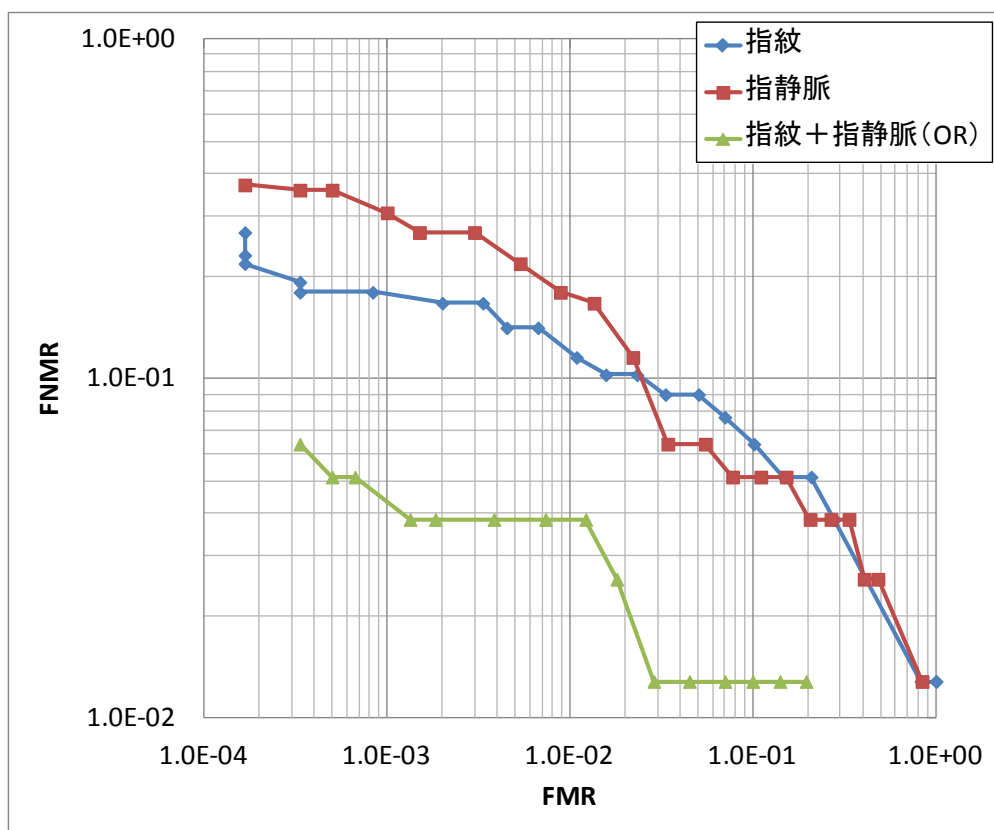


図12 DET曲線

5. 6 照合スコアの分布 (参考)

本評価の照合スコアの分布を以下に示す。

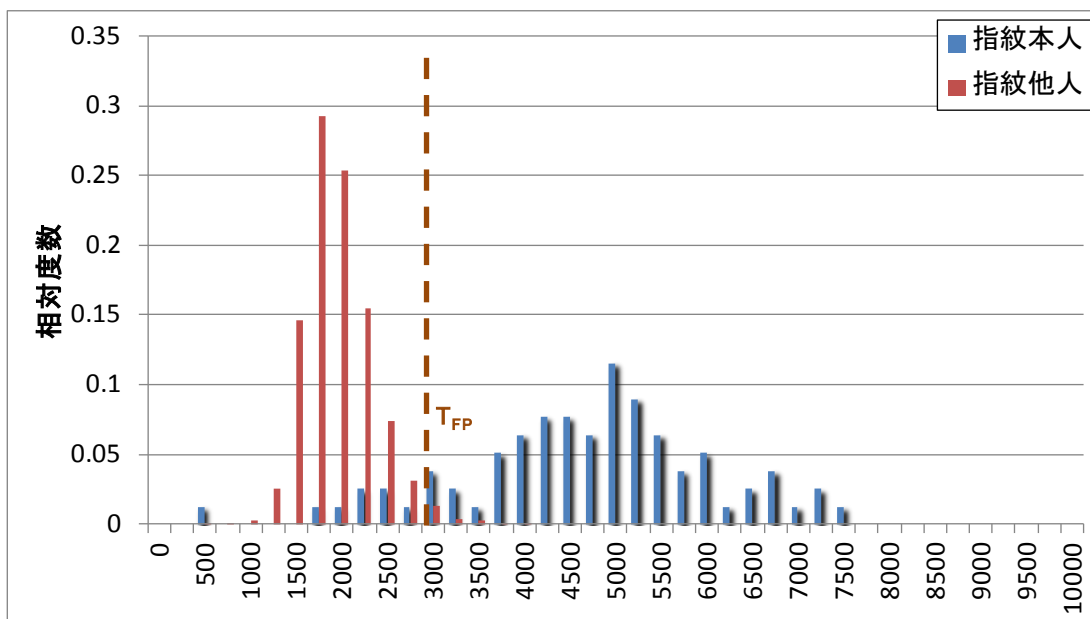


図13 指紋照合スコアの分布図

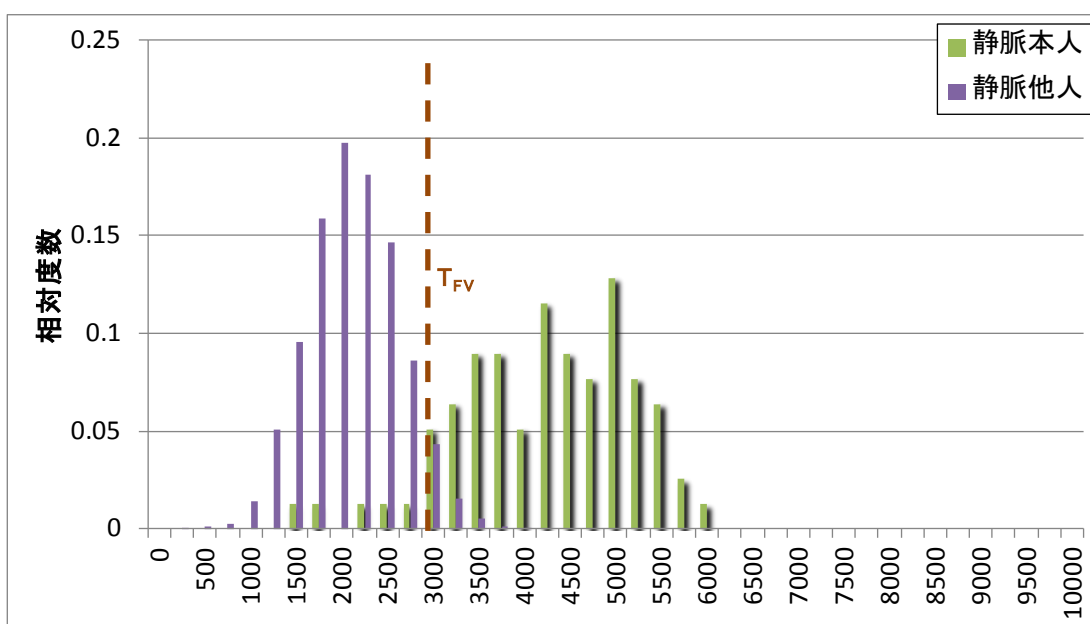


図14 指静脈照合スコアの分布図

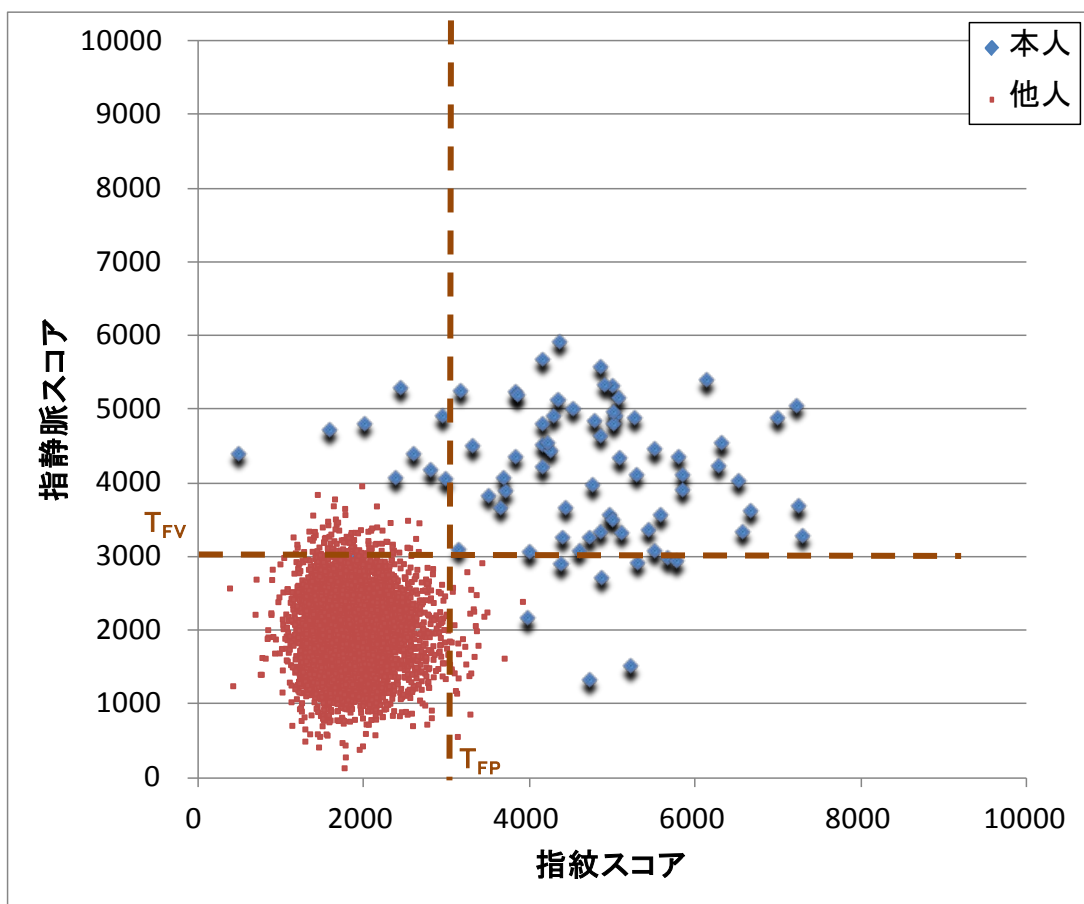


図15 マルチモーダル照合スコアの分布図

以上

4.2.4 検討結果まとめと標準化への寄与

本標準化活動で提案した ISO/IEC 19795-2 追補規格は、マルチモーダル生体認証システム特有の性能試験及び報告に係わる規格である。今回、この規格に沿った例示レポートを作成したことで、システムインテグレータがマルチモーダル生体認証システムの性能設計・評価を行うための有用な指標を提示することができた。生体サンプルの取得から認証性能結果判定までの具体的方法・手順を明記したことで、再現性の高いマルチモーダル生体認証システムの実現に役立つと考える。

また、本例示レポートの作成により、追補規格の妥当性を検証することができた。追補規格は、シングルモーダルとマルチモーダルの認証性能を比較できる形で報告することを要求している。本例示レポートの作成により、このような比較（例えば FTE と MFTE）を示すことが、生体認証システムのマルチモーダル化による定量効果の把握や融合方法の設計に役立つことが明らかとなった。一方、FTE の定義に関する標準文書内での差異等、課題も明らかとなった。これらの課題は、将来の文書改定時の議論を通して解消されることを期待したい。

本検討結果が、本規格の普及の一助になるとともに、認証性能の再現性が高いマルチモーダル生体認証システムの実現に役立つことが期待される。

参考文献

- [1] ISO/IEC 19795-1:2006 Information technology -- Biometric performance testing and reporting -- Part 1: Principles and framework
- [2] ISO/IEC 19795-2:2007 Information technology -- Biometric performance testing and reporting -- Part 2: Testing methodologies for technology and scenario evaluation
- [3] ISO/IEC 2382-37:2012 Information technology -- Vocabulary -- Part 37: Biometrics
- [4] JIS X 8101-1:2010 情報技術-バイオメトリック性能試験及び報告-第1部：原則及び枠組み
- [5] JIS X 8101-2:2010 情報技術-バイオメトリック性能試験及び報告-第2部：テクノロジー評価及びシナリオ評価の試験方法

この調査研究は、株式会社三菱総合研究所からの委託で実施したものの成果である。

本件についてのお問合せ先

一般社団法人日本自動認識システム協会
〒101-0032
東京都千代田区岩本町 1-9-5 FK ビル7階
TEL 03-5825-6651

株式会社 日立製作所 サービスプロデュース統括本部
〒212-8567
神奈川県川崎市幸区鹿嶋田 1 丁目 1 番 2 号
TEL 044-549-1728