

平成24年度 国際標準共同研究開発事業
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
報 告 書

平成25年3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、認証システムに広範な可用性と高い認証精度が求められる。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認証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24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、NISTが公開している生体情報データベースを使ってマルチモーダルによる性能評価方法について取り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る。

平成25年3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	7
3.2.1 実施日程とスケジュール.....	7
3.2.2 委員会開催	7
3.2.3 実施内容概要.....	8
3.3 結果概要.....	8
3.3.1 標準化活動	8
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)	8
4. 成果の詳細.....	9
4.1 標準化提案活動.....	9
4.1.1 これまでの経緯	9
4.1.2 今年度の取組.....	10
4.1.3 今年度の活動詳細	10
(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	10
(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	10
(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	12
(4) 第4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	13
(5) 第5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	14
4.1.4 SC37/WG5 国内小委員会.....	14
4.1.5 国際会議（パリ会議）の状況と結果	15
4.1.6 次回国際会議（ウィンチェスタ会議）での論点	16
4.2 研究活動（マルチモーダル融合判定の実証）	17
4.2.1 これまでの経緯.....	17
4.2.2 平成24年度の検討詳細	17
4.2.2.1 NIST 公開マルチモーダルデータセット	17
4.2.2.2 判定レベル融合(Decision Level Fusion)	21
4.2.2.3 スコアレベル融合(Score Level Fusion).....	25

4.2.2.4 検討結果まとめ.....	28
4.2.2.5 標準化への寄与.....	29
4.3 来年度に向けて.....	29
引用文献.....	30

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）であると考えられている。

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を開発し、国際標準化を実現することを目的としている。

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、「情報通信技術の利活用の促進」「電子行政の共通基盤としての「国民ID制度」の整備」「電子行政サービスの拡大施策」などに向けてバイOMETリック認証の応用が進み、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、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。

関連する事業として平成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ージビリティスタディ」を実施し、ここにおいて生体認証技術の組合せ基準、融合判定方式、及び周辺規格を整理し、マルチモーダル生体認証システムの性能（精度・脆弱性耐性）を評価するための評価項目及び方針を策定した。この成果を基に、SC37国際委員会からの新業務項目提案(NP)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)にて内容の紹介及び審議を実施し、プロジェクト採否の投票に付した。本事業開始後の平成23年7月の国際会議(京都会議)にて、投票の結果と起案文書が審議され、プロジェクトが承認された。

平成24年1月には国際会議(プーケット会議)にて基本文書(BD)の審議が行われ、平成24年7月の国際会議(パリ会議)では第一次作業原案(1st WD)の審議が行われた。

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。

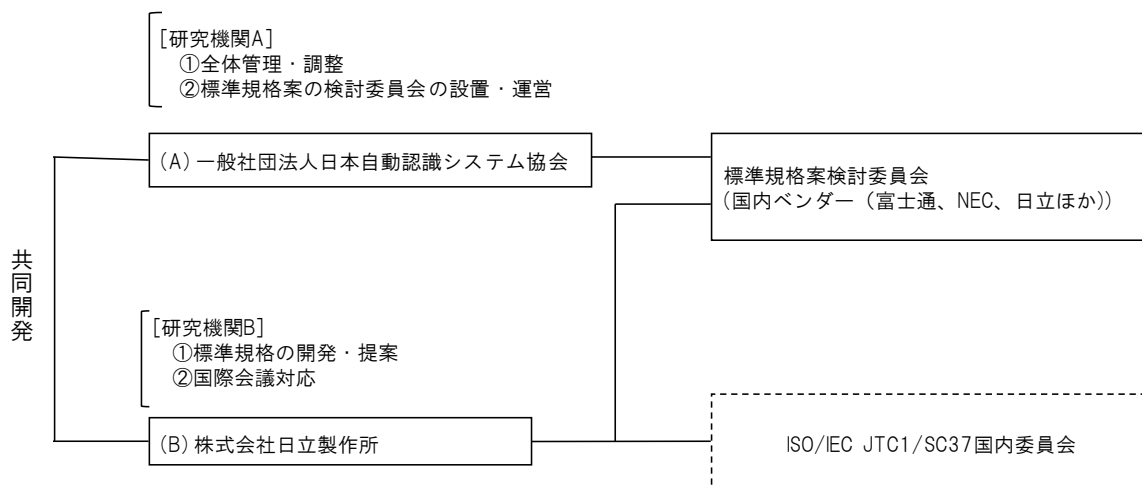
事業全体の企画立案を、[研究機関 A] 一般社団法人日本自動認識システム協会と[研究機関 B] 株式会社日立製作所が共同で行った。

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OMET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。

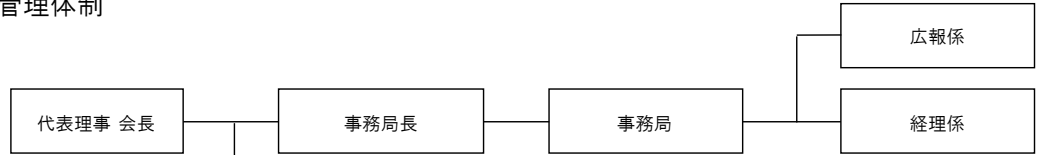
1) 共同研究体制



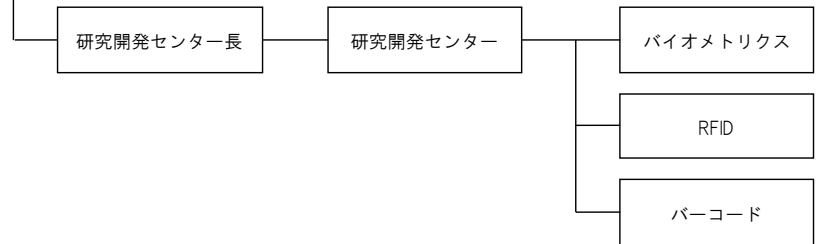
2) 個別の管理体制及び研究体制

【研究機関 A：一般社団法人日本自動認識システム協会】

(イ) 管理体制

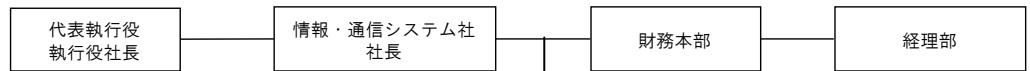


(ロ) 研究開発体制



【研究機関 B：株式会社日立製作所】

(イ) 管理体制



(ロ) 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	推進委員	諫田 尚哉	(株)日立製作所	SC37 幹事 SC37WG5 委員 SC37WG6 委員
6	推進委員	磯部 義明	(株)日立製作所	SC37WG4 委員
7	推進委員	高田 治	(株)日立製作所	SC37WG5 エキスパート
8	オブザーバ	井沼 学	独立行政法人 産業技術総合研究所	SC37WG5 委員
9	オブザーバ (7月まで)	山中 豊	経済産業省	SC37 専門委員
10	オブザーバ (7月から)	岩永 敏明	経済産業省	SC37 専門委員
11	オブザーバ (11月まで)	川内 拓行	経済産業省	
12	オブザーバ (11月から)	山中 裕二	経済産業省	
13	事務局	酒井 康夫	(一社)日本自動認識システム協会	SC37WG2 リエゾン SC37WG6 主査
14	事務局	森本 恭弘	(一社)日本自動認識システム協会	
15	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む方針であり、

- 1) 平成 23 年度：作業原案(WD)
- 2) 平成 24 年度：国際追補規格原案(PDAM)
- 3) 平成 25 年度：最終国際追補規格原案(FPDAM)
最終国際追補規格案(FDAM)

と進めることを考えている。

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、以下の計画で進めることを考えている。

- 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認証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。

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。

認証性能（精度・脆弱性耐性）評価基準が標準化されることにより、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。「情報通信技術の利活用の促進」「電子行政の共通基盤としての「国民 ID 制度」の整備」「電子行政サービスの拡大施策」などに向けたバイオメトリック認証の応用が進み、バイオメトリック市場の活性化に繋がることが期待される。

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ー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認証システムの性能（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、本年度は 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)で審議される予定である。

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。

3.2 実施概要

3.2.1 実施日程とスケジュール

事業実施期間：平成 24 年 4 月 5 日(委託契約締結日)から平成 25 年 3 月 15 日まで

No.	項目	H24/4	H24/5	H24/6	H24/7	H24/8	H24/9	H24/10	H24/11	H24/12	H25/1	H25/2	H25/3	
1	経産省 主なイベント	△ 事業開始											3/M △ 3/E △ 最終報告 確定 納品 検査	
2	SC37国際会議 WG5国内会議	4/20 △	5/11 △	6/22 △	7/9-13 △△ 7/20 △	8/31 △	9/14 △	10/19 △	11/16 △	12/7 △	1/18 △	2/15 △		
3	委員会 スケジュール		5/11 △ 第1回			8/31 △ 第2回		10/19 △ 第3回		12/7 △ 第4回		2/15 △ 第5回		
4	委員会 検討事項	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
5	研究事項		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	
6	報告書 作成										● 1/5	● 2/3	● 17	● 3/12 提出

3.2.2 委員会開催

- ・ 第一回 平成 24 年 5 月 11 日 14:00～16:00 JAISA にて開催
 ー趣旨説明及び全体計画紹介
- ・ 第二回 平成 24 年 8 月 31 日 13:00～15:00 機械振興会館にて開催
 ー国際会議(パリ会議)の結果を踏まえ、Approved Disposition 草案と第二次作業原案の骨子についての審議実施
- ・ 第三回 平成 24 年 10 月 19 日 13:00～15:00 JAISA にて開催
 ー第二次作業原案作成に向け、米国草案に対して審議実施
 ーマルチモーダルデータベースを用いた判定融合について審議
- ・ 第四回 平成 24 年 12 月 7 日 13:00～15:00 機械振興会館にて開催
 ー第二次作業原案の検討と日本からのコメントを審議
 ーマルチモーダルデータベースを用いたスコア融合と階級融合について審議
- ・ 第五回 平成 25 年 2 月 15 日 13:00～15:00 JAISA にて開催
 ー第二次作業原案に対する各国コメントを審議し、国際会議(ウィンチェスタ会議)に向けた方針を審議

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OMET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、規格案を標準化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規格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 2 月末に各国コメントが寄書される予定である。

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。

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 2011 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加補正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。

4.1.2 今年度の取組

今年度は、5回の標準規格案検討委員会を計画し、平成24年7月の国際会議(パリ会議)までに1回、平成25年4月の国際会議(ウィンチェスタ会議)に向けて4回の活動を行った。目標としては第1次作業原案の審議をパリ会議で実施し、ウィンチェスタ会議で第2次作業原案の審議と、委員会原案への移行を目標とした。

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24年5月11日(金) 14:00～16:00

場所：(一社)日本自動認識システム協会 会議室B

議論内容：

パリ会議に向けた19795-2 AMD 1に対する以下のコメント案が承認された。

- ①性能評価においてマルチモーダルシステムをブラックボックスとして扱える条件と扱えない条件を明確にするためのコメント2件
- ②デシジョンレベルフュージョンとスコアレベルフュージョンの評価目的を明確にするためのコメント3件
- ③評価レポートに対して環境影響の内容を追加するためのコメント1件

引き続き開催したWG5国内委員会でコメント案を審議し、2012年5月15日にSC37へ上記で審議したコメントを提出した。

(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8月31日(金) 13:00～15:00

場所：機械振興会館 6階60号室

議論内容：

バイオメトリクスを応用した認証装置で、顔画像や指紋のようにセンサと照合システムがそれぞれで調達できる場合と、静脈像と組み合わせた認証装置のように、特定のセンサで取得した複数のモダリティのデータで照合するシステムが存在する。前者は、それぞれの活用範囲を広げるためにオープンに評価できることが、装置やシステムの供給者にとっても利益があるが、後者はセンサと密接に関

係した固有照合システムとなっているため、それぞれのモダリティでの照合結果の開示を必須とすることにはベンダからの反対が予想される。賛否両方の立場でいずれも適切な国際標準を選択できるよう、ブラックボックス評価と非ブラックボックス評価が共存できるよう提案する方針とした。

1) ブラックボックス評価 (visibility のない評価)

単一装置によるマルチモーダル取得に代表されるように、装置およびアルゴリズムを単一ベンダが開発およびパッケージングするケースが先行しているモダリティでは、現行の 19795-2 で規定しているように、中身を開示しないでブラックボックスのままマルチモーダルを評価できるようにする。

2) 非ブラックボックス評価 (visibility のある評価)

装置やアルゴリズムを他から調達し、それらを組み合わせたマルチモーダル認証機能を顧客に提供する分野では、visibility のある評価(個々の照合結果が見える評価)が必要となる。これに対応するためには、評価の再現性に必要最低限の情報開示を求める評価基準にする。

■ 寄書に向けての方針 (案)

1) ブラックボックス評価

スコープの記述が十分であるか確認する。ブラックボックス評価について内容を追加すべきであればスコープあるいは本文へ追記する。

2) 非ブラックボックス評価

マルチモーダル特有の評価項目について重点的に必要な記述を追記する。関連して複数のモダリティの提示環境のレポートへの記載について記述を充実させるよう求める。必要があれば、例示等も行う。

3) その他

単一装置によるマルチモーダル認証は、各モダリティが別装置になっている場合に比べて登録や認証オペレーションのスループットやユーザビリティに特徴がある。これらの特徴が表現できるよう標準文書の記述を充実させる。

(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24年10月19日(金) 13:00～15:00

場所：(一社)日本自動認識システム協会 会議室B

議論内容：

日本の寄書に対する方針について検討した。

ISO/IEC 19795-2 本体には2つ以上のモダリティをインプットとしたシステムに対する表現がないので、もともとのISO/IEC 19795-2も2つ以上のモダリティをインプットとしたシステムに拡張して扱えるということ、表現することが必要と考える。それに対する対応を検討すること。

図A.2のIntegrated SystemがDecisionまで含む箱とすること。

A.1.1 Generalの最後の文書のが誤解を招く可能性がある。現在のままでは文書中で提示している図A.2や図A.4には十分なvisibilityがあるように解釈される可能性がある。誤って解釈されない表現に修正すること。

A.1.2 Decision-level fusionやA.1.3 Score-level fusionにブラックボックス定義が書いてあるが、A.1.4 Feature-level fusionやA.1.5 Sample-level fusionにはブラックボックス定義が書いていない。これは、実際のシステムにおいて、decision-level fusionやscore-level fusionはブラックボックスとして扱うほかにならないためである。A.1.1 Generalにfeature-level fusion、sample-level fusionのブラックボックスはdecision-level fusionやscore-level fusionのブラックボックス定義である図A.2や図A.4に含まれる、との記述を検討する。あるいは、A.1.1 Generalにまとめてブラックボックスの扱いを記述することも検討する。

マルチモーダルの利点であるFTE (failure-to-enrol rate)や環境の性能への影響軽減は、既存のISO/IEC 19795-2においてマルチモーダルシステムをブラックボックスとして扱う場合においても有効である。A.1.1 Generalに既存のISO/IEC 19795-2においてマルチモーダルシステムをブラックボックスとして扱う場合においても利点が明確となる記述を検討する。また、融合方式に依存する利点は、各融合方式の節に記載することを検討する。

文中の表記「System 1」、「System 2」の示す対象が不明である。Fusion方式それぞれにおいて図等で指している対象がわかるように追記する。

ISO/IEC 2382-37における用語の定義ではMatchingに代わりComparisonを使うこととしている。ISO/IEC 19795-2本体のリビジョンプロセスでTerm and DefinitionでMatchingを定義しておくことにより整合をとる。

(4) 第4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12月7日(金) 13:00～15:00

場所：機械振興会館 5階 516号室

議論内容：

FTA (failure-to-acquire rate), FTE (failure-to-enrol rate)は ISO/IEC 19795 Part2 で shall 要件である。本追加補正 A.2.5 でマルチモーダルにおける FTA, FTE の定義のレポートへの記載について議論した。

Note でマルチモーダルの FTA, FTE はシングルモーダルの場合の FTA, FTE の条件と同一とは限らないとの記述を検討する。

FTA, FTE の定義(definition)という言葉は適切でない。FTA, FTE を測定するときの条件(condition)あるいは判定ポリシー(policy)等を記述(describe/description)する/してもよいとの記載とすべきである。

FTA, FTE を測定するときの条件あるいは判定ポリシー等を例示すること (fusion ごとに異なるかもしれない)は、評価者がマルチモーダルの特徴的な事項を理解するために有効である。レポートへの条件あるいは判定ポリシー等の記載について標準に含めるか検討すべき。

A.2.5.1 General の「enrolment」の「sequential」の記載内容が他の節と整合がとれていないので、整合をとる。

スループットに関して、ISO/IEC 19795 Part2 6.3.6 節（技術評価）で may 要件となっており、ISO/IEC 19795 Part2 7 節（シナリオ評価）では明確な記述がない。本追加補正におけるスループットの記載について議論した。

ISO/IEC 19795 Part2 本体と同じ扱いとすることとする。すなわちマルチモーダルシステムに対する技術評価におけるスループットは may 要件とし、改めて本追加補正で触れることはしないこととする。

システムの実装方式によってスループットは異なることが想定される。ISO/IEC 19795 Part2 が対象とする技術評価、シナリオ評価は、実装方式に依存しないため、考慮に入れる必要はない。ただし、ISO/IEC 19795 Part6 が対象とするオペレーショナル評価などでは、考慮に入れる必要がある。本追加補正は、ISO/IEC 19795 Part2 に対する補正であるため考慮しなくてよいが、将来的にオペレーショナル評価を対象とする場合は考慮に入れる必要がある。

入国管理などのシーンでは、認証スループットが装置やシステム選定に重要な意味を持つ。Note に複数モダリティを同時取得し照合評価する一体化装置に関し

て、スループットに対するメリットを表現できるよう検討する。

(5) 第5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15日(金) 13:00～15:00

場所：(一社)日本自動認識システム協会 会議室B

議論内容：

コメント内容案を審議しおおむね案通りで進めることとなった。主な観点は以下のとおり。

Visibility の説明が誤解を招きやすい表現となっている。現在のドラフト文書では文書中で提示している図 A.2 や図 A.4 に十分な visibility があると誤って解釈される可能性がある。そこで図中の integrated system に対する visibility について記載することで、誤って解釈されないようにする。

Visibility がない評価に対して、本 AMD の A.2.1 と A.2.4 のみは適用されるべきである。その旨明記する。

文中の “System1” と “System2” を図で明記する。

マルチモーダル共通のメリットは、A.1.1 General で扱われるべきである。一部文章を A.1.1 に移動させる。

本プロジェクトで実施した実験の結果を受けて、「評価報告書にシングルモーダルとマルチモーダルの性能カーブを併記してもよい」旨を記載する。

4.1.4 SC37/WG5 国内小委員会

日時：平成25年2月15日(金) 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：

第5回検討委員会で提示した23項目のコメント案を審議し、細かな点を除き承認された。

国内委員会で指摘を受けた細かな点を修正したコメント案を WG5 メーリングリストで審議し承認された。

平成25年2月28日に WG5 主査より 2nd Working Draft 19795-2:2007 AMD 1, Biometric Testing and Reporting — Part 2: Technology and Scenario Testing - AMENDMENT - Testing of multimodal biometric implementations に対する日本コメントを SC37 に提出した。

4.1.5 国際会議（パリ会議）の状況と結果

日時：2012年7月9日～13日

場所：Afnor(11, rue Francis de Pressensé 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex)

(仏)

国際主査：Nigel Gordon（英）

審議内容抜粋：

- ・ 2nd WD へ進むこととなった。
- ・ 日本コメントは一部表現が修正されたが全て **Accept** された。
 - ◇ ブラックボックス評価をより明示的にし、既存の **19795.2** でサポートされることを明記することとなった。本件に関心のある米国とフランスからも特に異議はでなかった。
 - ◇ 日本からマルチモーダルが **FTE** 改善やスループット向上等を目的としている旨を **NOTE** に加えることを提案し、承認された。
 - ◇ スコアレベル融合でサンプルの品質値を使うケースを追記することとなった。
 - ◇ 各モダリティの提示間隔やシステムと人間とのインタラクションについてレポートに含めることとなった。
- ・ 米国の提案に基づきいくつかの表記を **must** から **shall** に修正することとなった。
- ・ **Roadmap** の議論で **19795-2** の改定についての議論があったが本追加補正は改定とは独立して現段階ではこのまま進めることとなった。
- ・ タイトルはより中身を具体的に示したほうがよいとの意見があり、(旧) **Testing of multi-modal biometric** → (新) **Testing of multi-modal biometric implementations** と修正することとなった。

4.1.6 次回国際会議（ウィンチェスタ会議）での論点

日時：2013年4月22日～26日

場所：IBM United Kingdom

(Hursley House, Hursley Park, Winchester, Hants.11) (英)

国際主査：Nigel Gordon (英)

想定される論点：

- 一般的な認証精度表示として、DET (Detection error trade-off) (または ROC (Receiver operating characteristic)) が用いられている。日本からのコメントとして、マルチモーダル融合判定の DET プロットに、単一モダリティそれぞれの DET プロットを併記すること(本報告書で記載)を提示している。認証精度表示の方法の一つとして論点にしたい。
- マルチモーダル固有の問題に関して、議論すべき点が尽くされたかどうか論点である。委員会原案に移行できることを期待しているが、並行して進めることがきまった 19795-2 の改定との進め方が一つのポイントとなる。
- 米国が新たな用語「マルチモーダル登録失敗率：Multimodal FTE (failure-to-enrol rate)」の定義を提案している。米国は Multimodal FTE を計測&レポートすることを shall 要件とすることを提案しており、顔画像と指紋を入国管理に採用している米国として、重要な課題の一つになっているものと思われる。日本を含めた各国がシステムベンダの負担として、この評価を受け入れられるかどうか論点となろう。
- 現在のドラフト文書では visibility がないマルチモーダル評価は本追加補正文書が適用されず現行標準 19795-2 でサポートされるとしているが、日本から visibility がない評価においても生体情報の取得環境等について本追加補正の一部を適用することを提案している。論点の一つと思われる。

4.2 研究活動（マルチモーダル融合判定の実証）

4.2.1 これまでの経緯

昨年度の報告書で述べたように、単一モダリティによる認証判定の課題として以下があげられている。

- A) ノイズによる誤認証
- B) 登録失敗による認証不可
- C) 識別不可による誤認証
- D) なりすまし攻撃による誤認証

これらは、複数モダリティおよび複数回のデータ取得によるノイズ影響の低減や、登録可能モダリティでの認証、複数のモダリティによる識別可能範囲の拡大により解決することが期待される。マルチモーダルの融合判定には、二つの異なるモダリティで個別に判定し、二つの判定結果を融合して一つの判定結果を導出する判定融合 (Decision Level Fusion) と、それぞれのスコアを計算できるように変換して二つのスコアからひとつのスコアを導出するスコア融合 (Score Level Fusion) が代表的な融合判定方式である。ここでは、NIST 公開のマルチモーダル(顔画像と指紋)の 517 名分のスコアデータを用い、判定融合と、スコア融合により、認証精度を示す DET 曲線等を示すことによって、マルチモーダル化による認証精度向上の効果を実証し、規格文書記載の妥当性を検証した。

4.2.2 平成 24 年度の検討詳細

4.2.2.1 NIST 公開マルチモーダルデータセット

<http://www.nist.gov/itl/iad/ig/biometricscores.cfm> に公開されているスコアセットのうち、本報告では顔画像と指紋の 517 名のスコアデータを使用した。

[評価に使用したスコアデータの概要]

被験者数 : 517

顔画像システム : システム C, D による顔認証データ (Face_C, Face_D)

指紋システム数 : 左および右人差し指の指紋データ (FP_Li, FP_Ri)

それぞれのデータの本人分布と他人分布を図 4-1~4-4 に示す。

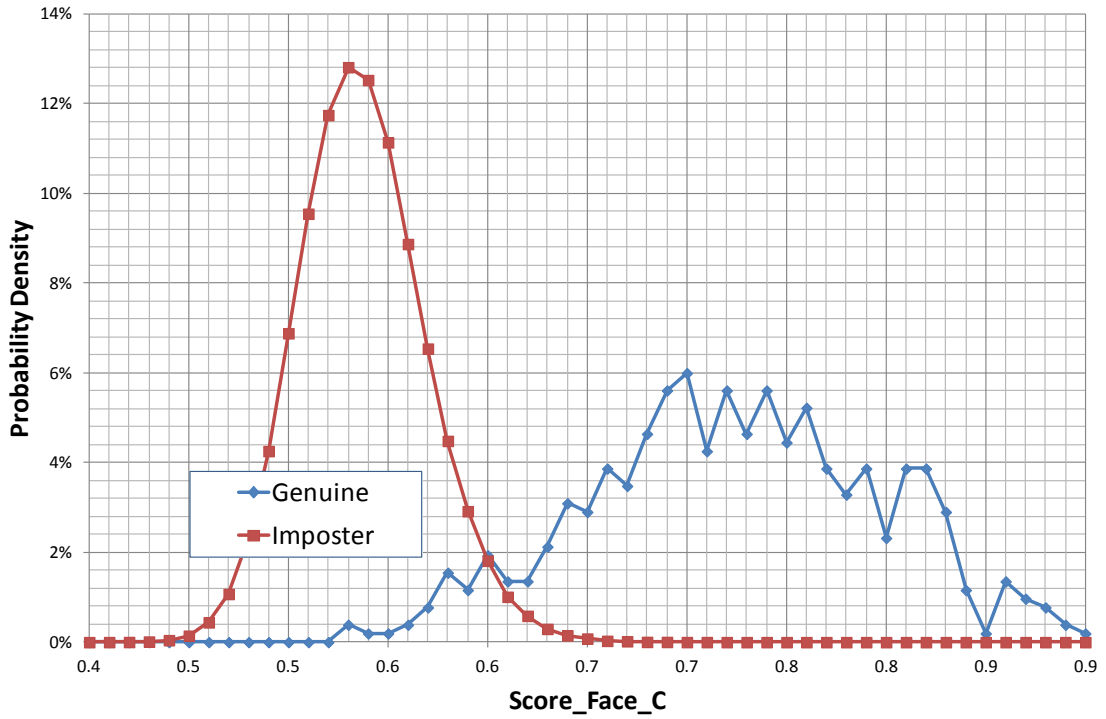


図 4-1 Face_C(顔画像_システム C)の Imposter/Genuine 頻度分布

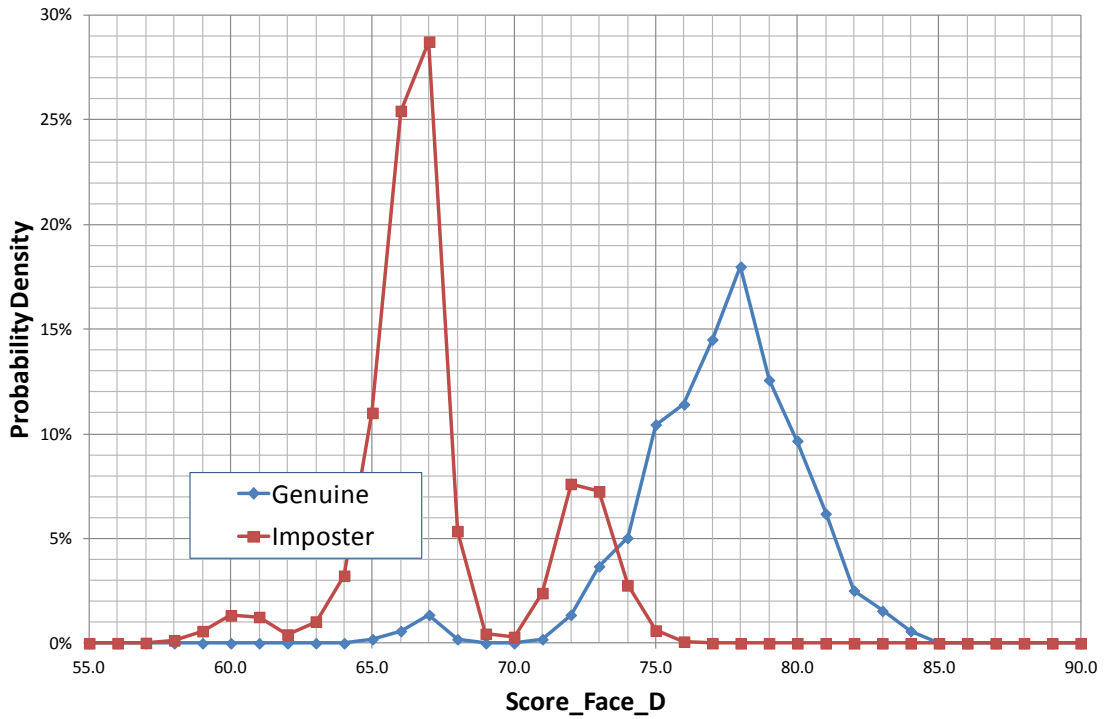


図 4-2 Face_D(顔画像_システム D)の Imposter(左)/Genuine(右)頻度分布

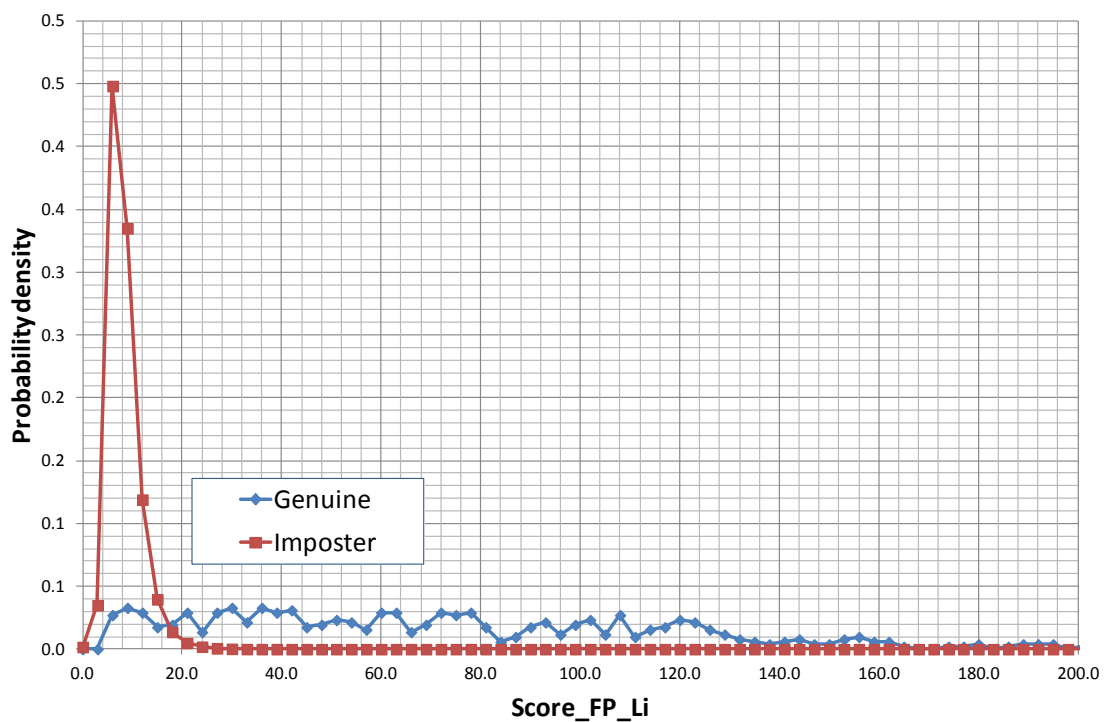


図 4-3 FP_Li(指紋_左人指し指)の Imposter/Genuine 頻度分布

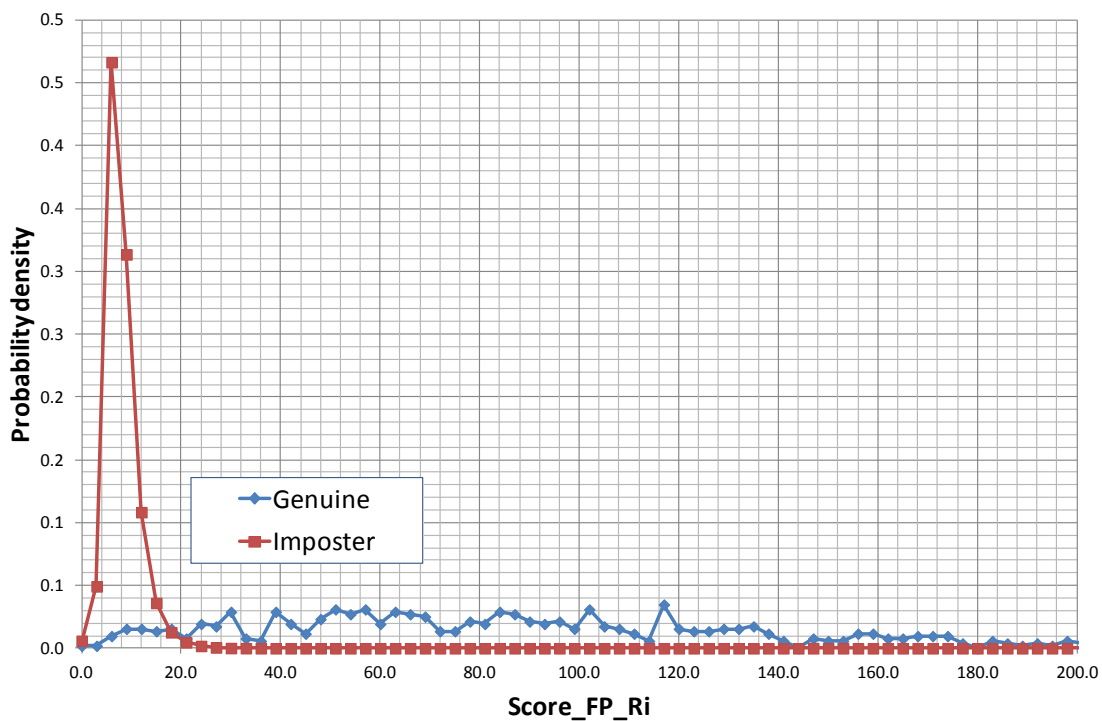


図 4-4 FP_Ri(指紋_右人指し指)の Imposter/Genuine 頻度分布

図 4-1 の顔画像システム C によるスコアでは、Impostor 分布が左右対称であるが、図 4-2 の顔画像システム D によるスコアでは Impostor 分布も Genuine 分布も 2 つのピークを持っている。性別、民族、人種に特徴的なスコアを出力するシステムでは図 4-2 のようなスコア分布が表れるものと考えられる。

図 4-3 および図 4-4 は、同一システムでの左右の人指し指のスコアである。指紋では顔画像のシステム D による評価のようなふたつのピークは見られないが、Impostor 分布は 0 に寄っており、Genuine 分布の分布は広がっている。指紋照合システムでよくみられる特性である。

以上のような分布を示す同一の 517 名から取得したバイオメトリック・スコアデータそれぞれにつき、誤合致率(FMR)に対応する判定閾値で、誤非合致率(FNMR)をプロットしたのが図 4-5 である。いわゆる DET プロット(Detection error trade-off Plot) [A. J., 2002]である。ある誤合致率において、誤非合致率が低いことは、ある他人受入れ率で本人拒否が起こりにくいことを示している。今回対象にしたバイオメトリックスコアセットでは、誤合致率の高い領域で誤非合致率が低いのは顔画像システム C(Face_C)であり、誤合致率の低い領域で誤非合致率が低いのは指紋右人指し指(FP_Ri)であった。マルチモーダル判定により性能指標がどのように表されるかを検証することが目的であるので、以後の融合判定では、顔画像システム C と指紋右人指し指のスコアデータを用いて数種の融合方式を実施し、性能指標としての妥当性を検証する。

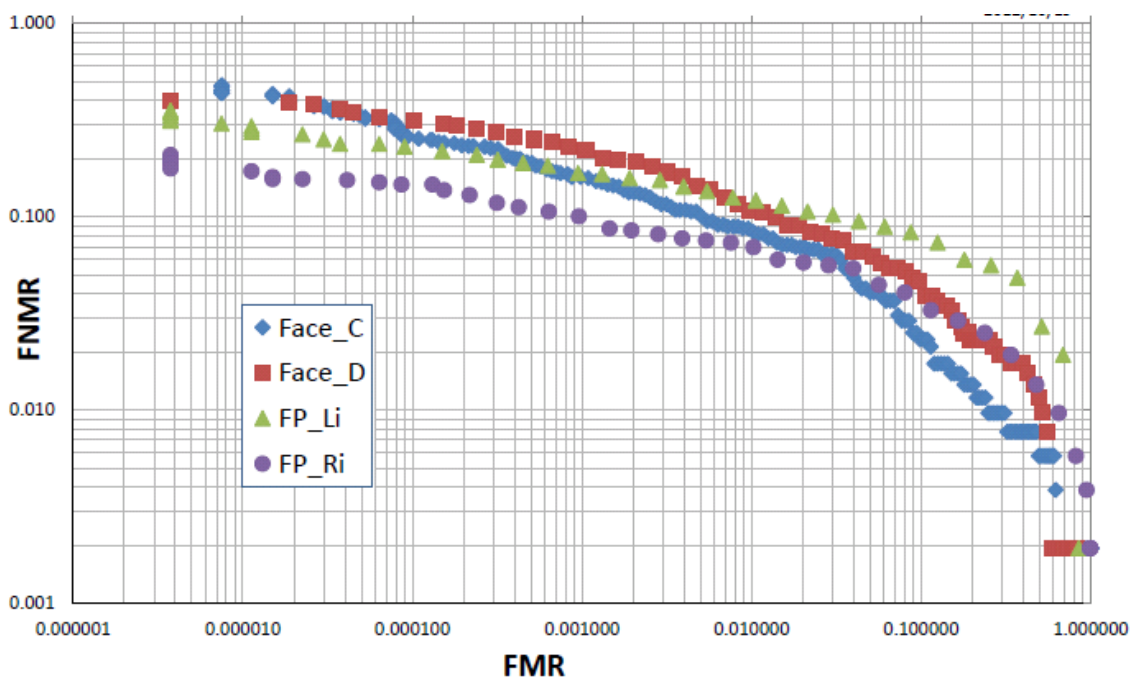


図 4-5 各スコアセットの DET プロット

4.2.2.2 判定レベル融合(Decision Level Fusion)

判定レベル融合では、①スコアによる判定、②順位による判定を実施した。①は、それぞれのモダリティでのスコアや閾値を加工することなく、同一の誤合致率でそれぞれの閾値を設定し、それぞれの判定を AND/OR によって組合せて判定する方式である。②は、それぞれのモダリティで各登録テンプレート毎に合致率の高いものから順位を付け、閾値(本人が含まれる順位)を変化させて AND/OR で融合判定する方式である。

(1)スコアによる判定レベル融合

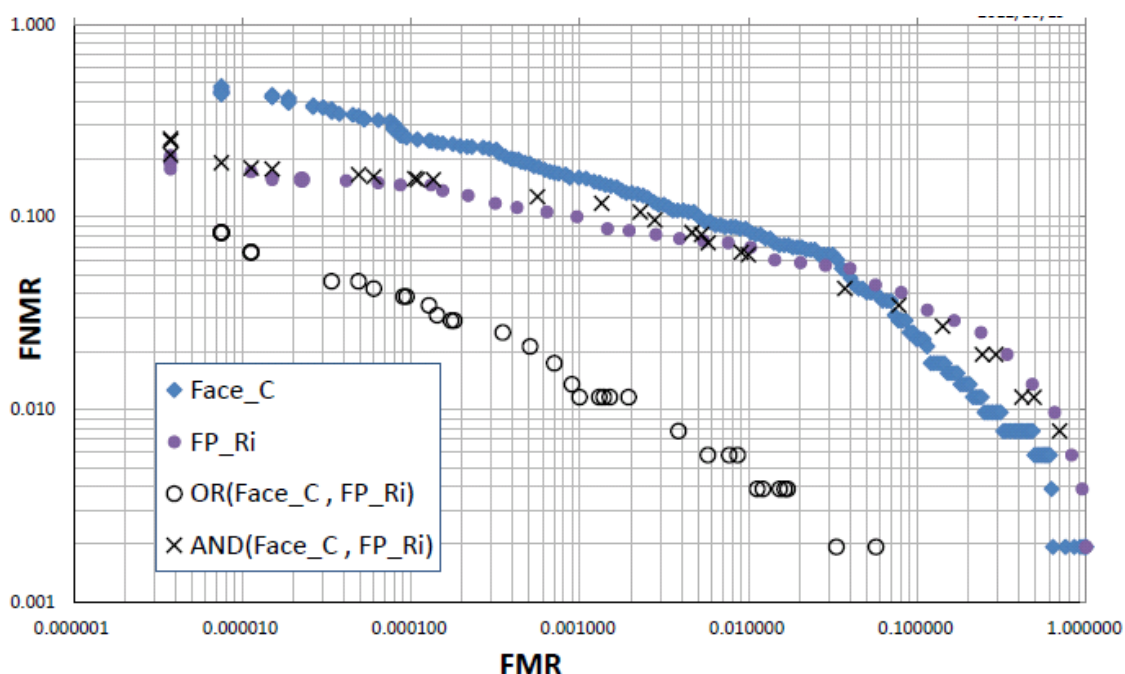


図 4-6 顔画像と指紋のスコアによる AND/OR 判定の DET プロット

顔画像と指紋のそれぞれで、同じ誤合致率(FMR)となる閾値で判定し、両方が合致となった場合に合致と判定するのが AND 条件である。どちらか一方が合致となった場合に合致と判定するのが OR 条件である。AND 条件では、指紋単独での DET プロットとほぼ合致しているが、OR 条件では、ある誤合致率での誤非合致率が低くなっていることが読み取れる。

今回の顔画像と指紋による判定では、FMR が 3%未満では、指紋による(1-FNMR)が高く、FMR が 3%以上で顔画像による(1-FNMR)が指紋を上回っている。また、判定融合では、AND 条件で指紋による認証精度に近い結果となっている(図 4-6)。

図 4-7 には、横軸に閾値をとり、縦軸を割合とし、FMR(指紋, AND/OR いずれも破

線)と FNMR(指紋, AND/OR いずれも実線)を記載した。

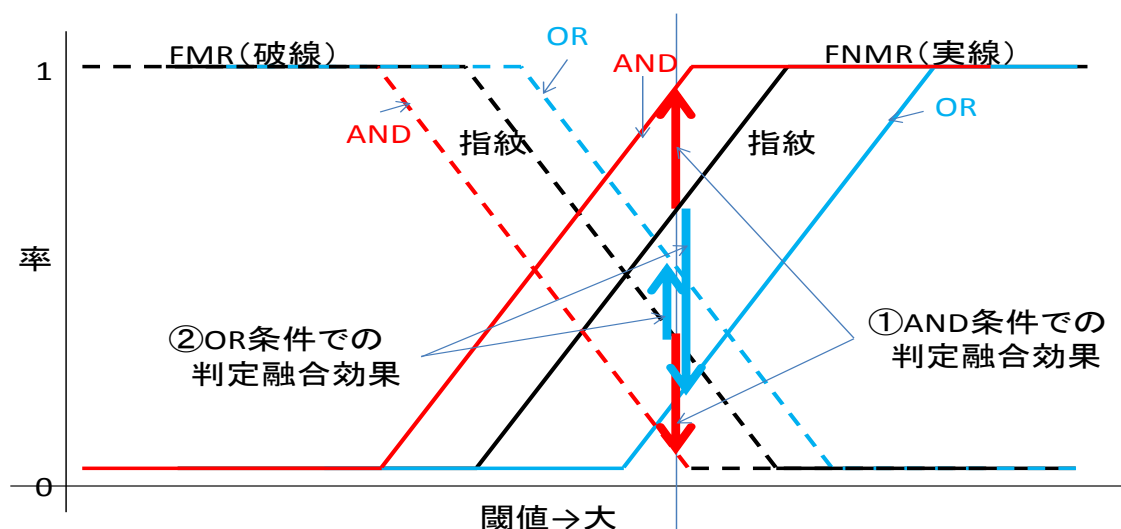


図 4-7 AND/OR 条件での融合結果の効果 (模式図)

今回用いたスコアセットでは、ある閾値での AND 条件による判定融合の効果(図 4-7 中①)は、FMR(誤合致率：他人受入れに対応)と FNMR(誤非合致率：本人拒否に対応)の変化が同程度であるため、判定による融合の結果が、指紋単独の場合と大きく変わらなかったものと解釈される。また、OR 条件による判定融合の効果(図 4-7 中②)は、FMR(誤合致率)は上がるものの、FNMR(誤非合致率)が大きく低下するため、DET プロットにより改善として評価されたものと解釈される。

図 4-8 は X 軸に顔画像のスコアを、Y 軸に指紋のスコアをとり、各試行をプロットしたものである。

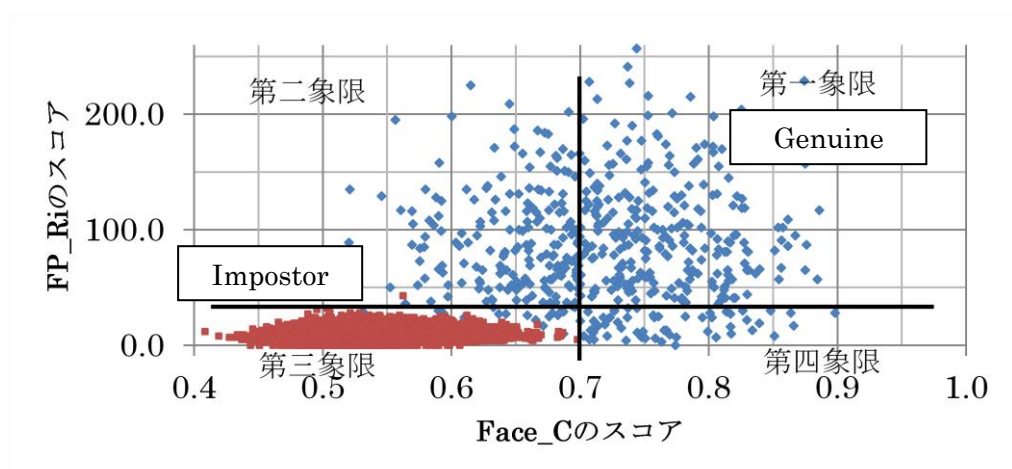


図 4-8 顔画像スコアと指紋スコアの分布プロット

Genuine の顔画像と指紋の相関係数は 0.06 であり、お互いのモダリティ間で相関はないと言える。また、顔画像の閾値を 0.7、指紋の閾値を 40 とした場合、AND 条件で合致と判定されるのは、第一象限のみであるが、OR 条件では、第一、二、四象限が合致と判定されるため、多くの Genuine が正しく判定されることが分かる。

(2) 順位(Rank)による判定レベル融合

この融合方法は、登録テンプレート毎の試行スコアの高いものから順位を付け、AND 条件では両方のモダリティで 1 位の場合に合致とし、OR 条件ではどちらかのモダリティで 1 位となれば合致とする方法である。図 4-9 にその結果を示す。AND 条件では単独モダリティと比較して、ある誤合致率での誤非合致率を低減することはできず、認証精度の改善はほとんどみられない。OR 条件とすることで大幅に精度の改善したように表現されているが、顔画像と指紋の両方の照合ができた Genuine 中、どちらも 1 位ではないのが 517 件中 1 件であったことから、プロット可能な点は 1 点となる。この規模のデータでの結果としては妥当なものである。仮に大規模なデータを用いて評価したとしても、認証精度の高いシステムを用いた場合には、どちらも 1 位ではない事象は少ないことが予想され、プロット数は少なくなる。図 4-10 には、順位による判定レベル融合での CMC プロットを示した。いずれの表示方法でも、OR 条件で判定を融合することで、単独のモダリティの判定にくらべ、認証精度が改善することが分かる。

認証精度の評価では、登録者のみが認証試行することを前提にしているが、実際の認証では、登録者のみが認証試行をするという保証はない。OR 条件では一方のモダリティが、ある登録者と酷似している Impostor を受け入れることになる点には留意する必要がある。

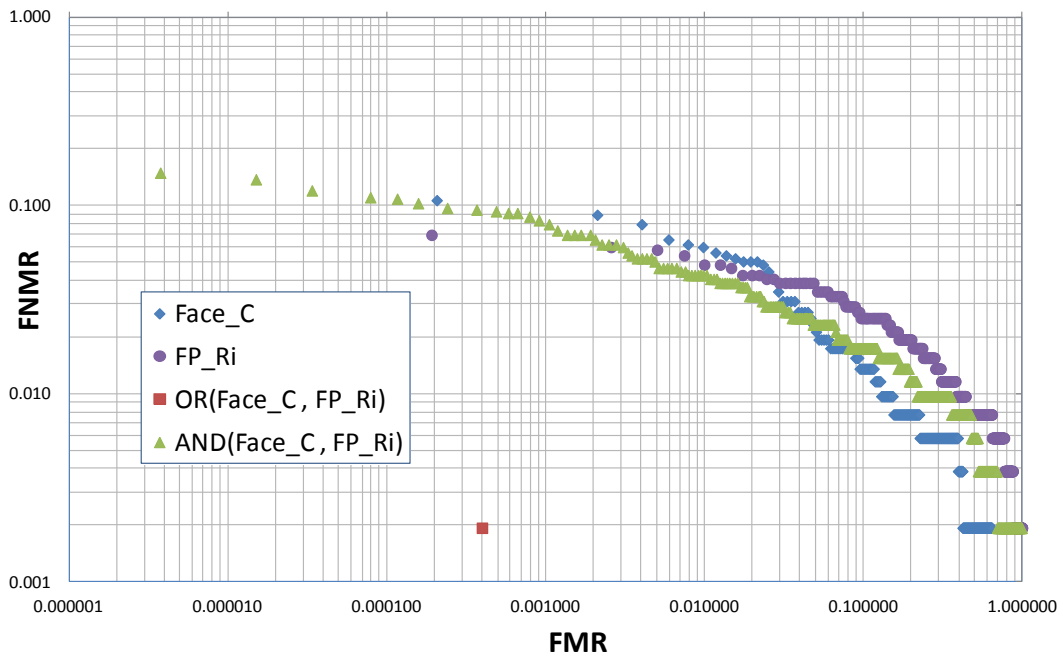


図 4-9 顔画像と指紋の順位による AND/OR 判定の DET プロット

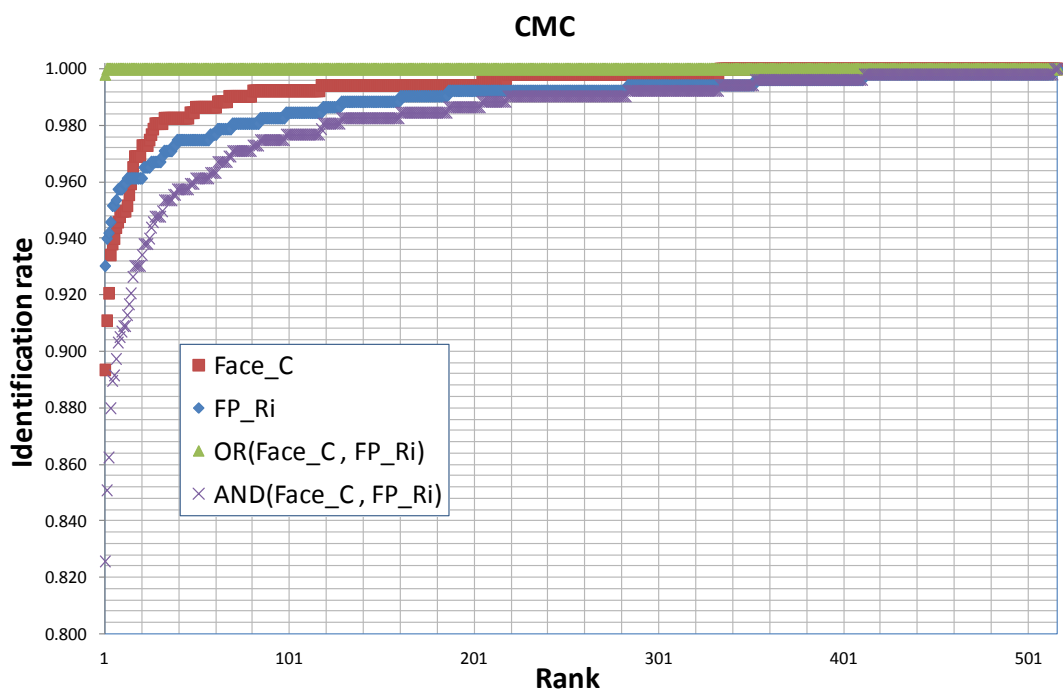


図 4-10 顔画像と指紋の順位による CMC(Cumulative Match Curve)

図 4-10 のプロットでは、1:N の照合結果でスコアが高い上位 n 人 (n は順位(Rank)) を選択した際に本人が含まれる割合を示している。今回のサンプル数は 517 (n=517)

なので、順位(Rank)の最大値は 517 である。

- ・ OR条件では、顔画像と指紋のいずれかが閾値順位 (Rank) 内である割合を示す。
- ・ AND条件では、顔画像と指紋の両方が閾値順位 (Rank) に含まれる割合を示す。

4.2.2.3 スコアレベル融合(Score Level Fusion)

スコアレベル融合方式は、複数の単一モダリティの生体認証システムから照合スコアを収集し、演算処理によって一つのスコア(融合スコア)とし、判定に供する方式であり、演算処理の方法にベンダの技術やノウハウが蓄積される。一方、任意性を排除した普遍的な融合スコアによる認証精度表示は、ベンダの技術力の高さを測る基本的な指標になると考えられる。任意性のない計算式として代表的なものは、①Min-Max 法、②Z スコア法、③Tanh 法があり、追加パラメータによって任意性を加えた④Adaptive 法も提案されている [Robert, Umut, Alan, Michael, Anil, 2006]。

今回の実証では、任意性が入る要素のない、①Min-Max 法と、②Z-score 法を採用した。

(1) Min-Max 法

スコアの最大、最小の間での相対値によって規格化し、スコア間の演算を可能とする方法である。

規格化後のスコア : n 、スコアを S 、スコアの最小値を $\min(S)$ 、スコアの最大値を $\max(S)$ とすると、 n は次式で示される。

$$n=(S-\min(S))/(\max(S)-\min(S))$$

この方式での DET プロットを図 4-11 に示した。

本方式での融合判定によって、誤合致判定全域において、単独での判定よりも認証精度が改善することがわかる。

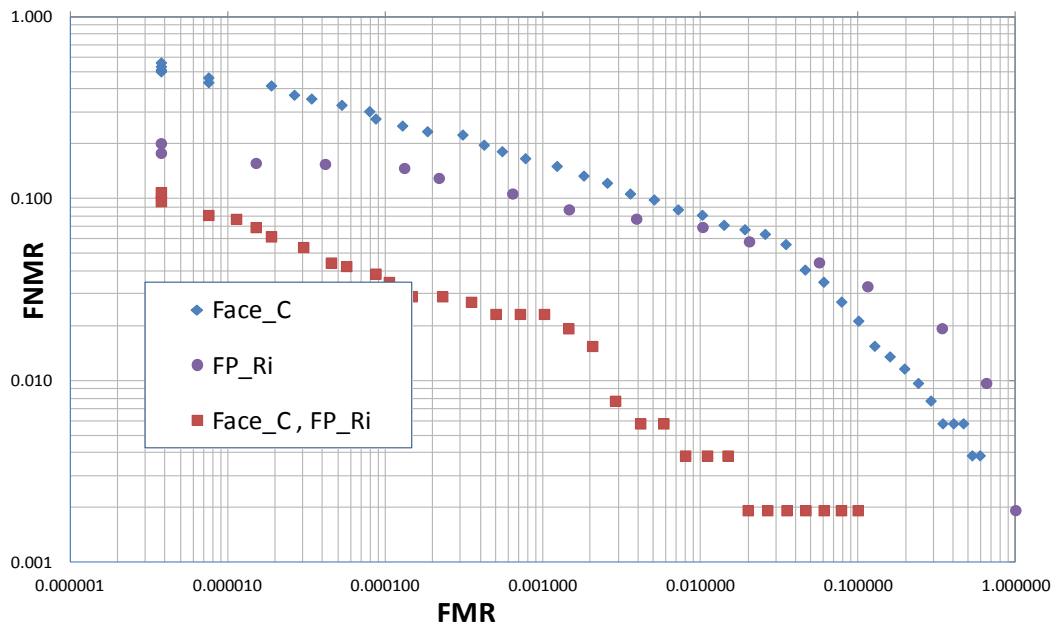


図 4-11 Min-Max 法によるスコアレベル融合の DET プロット

(2)Z-score 法

この方法は、得られたスコア全体の平均値($\text{mean}(S)$)と標準偏差($\text{std}(S)$)を計算し、いわゆる偏差値(n)を Z-score と呼んでいる [Robert, Umut, Alan, Michael, Anil, 2006]。

$$n=(S-\text{mean}(S))/(\text{std}(S))$$

この方法で顔画像と指紋のスコアを Z-score とした DET プロットと、それぞれの Z-score を加算し、融合スコアとした DET 曲線を図 4-12 に示した。

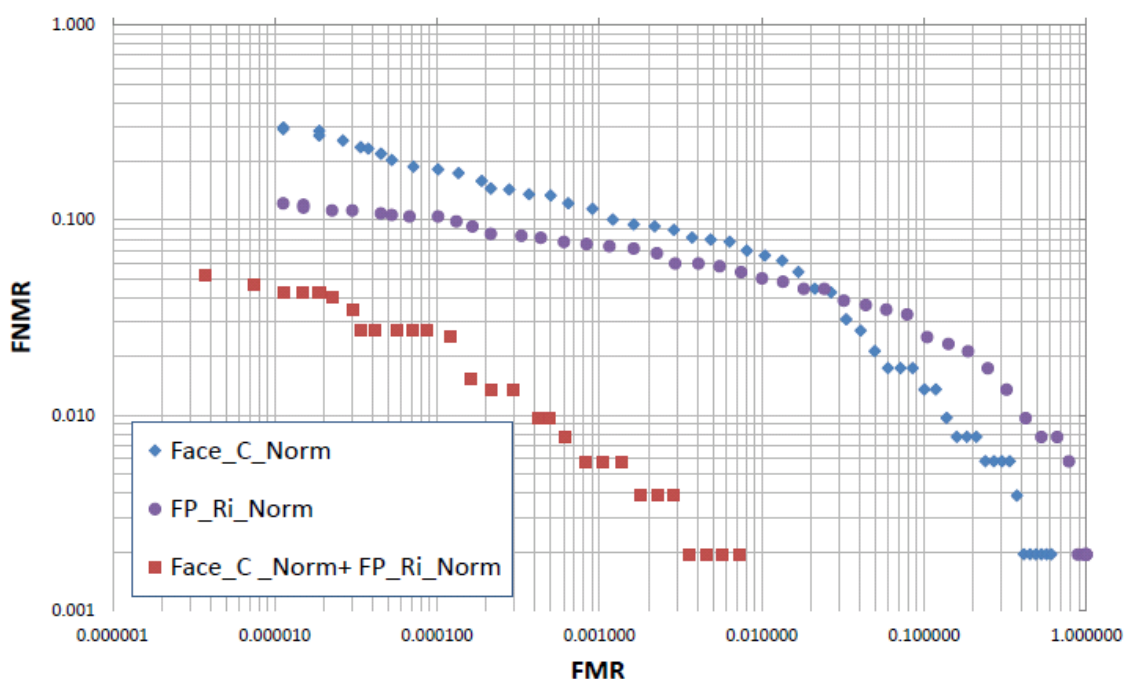


図 4-12 Z-score によるスコアレベル融合の DET プロット

それぞれ単独のモダリティに比べ、融合判定により認証精度が向上していることが示された。

Z-score 法はスコアの正規化方法として任意性のない方法であるが、すべての Genuine とすべての Impostor のスコアから平均値 $\text{mean}(S)$ と標準偏差 $\text{std}(S)$ を計算していることから、統計的な意味は乏しい。

第 4 回の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(2012 年 12 月 9 日開催)では、Z-score とは別な方法で、統計的な意味をもった正規化スコアを紹介した。被験者 a のスコア (S_a) とその他の 516 名 ($k:a$ 以外) との照合スコア (S_k) を 1 セットとし、1 セット中の Impostor のみの平均値 (ma) と標準偏差 (Std_a) を算出し、それぞれのスコアを次式で偏差値 (σ_k) とした。Genuine のスコア (S_a) も同様に次式にて偏差値 (σ_a) を算

出する方式である。

Genuine、Impostor それぞれの偏差値 σ_a 、 σ_k を次式に示す。

$$\sigma_k = (S_k - m_a) / \text{Std}_a$$

$$\sigma_a = (S_a - m_a) / \text{Std}_a$$

これは、Impostor のスコア分布が厳密に正規分布となる場合には、判定を偏差値で行うことで誤合致率(他人受入れ率)が統計的に推定できることを示している。Impostor のスコア分布が厳密に正規分布となることが保証できるモダリティは現在のところ存在しないが、照合アルゴリズムによって原理的に正規分布に近づけることが可能であれば、被験者数が少ない場合でも誤合致率を推定することが可能である。

一般的な判定方式は、被験者に依らない一定の閾値で判定することが多いが、この方式は他人受入れ率を意味する偏差値を閾値とするため、許容される他人受入れ率を上回る本人スコア(偏差値)となった場合に、拒否あるいは再試行を要求することが可能な方式である。認証試行の都度、登録者との照合スコアをもとに偏差値を計算するため計算量が多いが、判定閾値が他人受入れ率に対応づけられ、統計的に意味を持つ方法である。

4.2.2.4 検討結果まとめ

今回のスコアセットは、登録された 517 名が認証試行したものであり、閉じた集団(closed-set)のマルチモーダル認証である。判定融合方式とスコア融合方式の代表例を実施し、マルチモーダル化によって認証精度の改善が図れる可能性があることが示された。また、任意性のないスコアの正規化方法による融合判定結果を示すことによって、融合システムベンダ固有の方式の特性を判断する基準となるであろう。

認証精度表示には、①スコア分布、②FAR と FRR、③DET、④WER(Weighted Error Rate)があげられており [Norman Samy, 2004]、本報告では①②③を用いた。

スコア融合方式では、尤度比に基づくスコア融合方式が提案 [Karthik, Yi, Sarat, Anil, 2007]されているが、典型的な手法として認知されていないので本報告では取り上げなかった。

4.2.2.5 標準化への寄与

今回の ISO/IEC 19795-2 追補は、Visible(スコア可視)な複数のモダリティによる融合判定を対象としている。スコアに基づく融合判定方式のいくつかを例示し、マルチモーダル化による認証精度改善の有無を例示できたと考えている。典型的で任意性のない融合判定方式とその評価結果を示すことは、認証精度の再現性が担保でき、融合システムベンダがより認証精度の高い融合システムを提示する上で有効な基準を提供することになるであろう。独自の融合判定アルゴリズムを持つベンダが有効に活用でき、また、システム導入者にも基本認証精度に対する改善効果を定量的に示すことができるよう、標準文書への反映を進める。

4.3 来年度に向けて

平成 23 年度は ISO/IEC 19795-2 の追補プロジェクトの国際会議(京都会議)での承認を受け、マルチモーダル生体認証システムに固有の性能評価基準に関する第 1 次作業文書の策定とマルチモーダル生体認証システムの性能評価ツールに求められる仕様をまとめた。国際会議(プーケット会議)での審議を実施した。

本年度は第 1 次作業文書の審議結果を反映した第 2 次作業文書の策定に取組み、国際会議(パリ会議)での審議を実施した。その内容を踏まえ、次回の国際会議(ウインチェスタ会議)での審議に向け SC37WG5 国内委員会から寄書し、審議を待つ段階となっている。

また、研究活動では、典型的な認証精度評価方法について検討し、マルチモーダル生体認証による性能向上効果を実証し、表示方法を提示することができた。

平成 25 年度はこれらを活用し、標準文書に記載された項目を網羅する報告書テンプレートを例示することで、活用しやすい国際標準を目指す予定である。引き続き、ご支援をお願いする。

引用文献

- 1) A.J.Mansfield, J.L.Wayman. (2002). "Best Practice in Testing and Reporting Performance of Biometric Devices Version 2.01". NPL Report CMSC 14/02.
- 2) Karthik Nandakumar, Yi Chen, Sarat C.Dass, Anil K.Jain. (2007). "Likelihood Ratio Based Biometric Score Fusion". IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence.
- 3) Norman Poh, Samy Bengio. (2004). "Database, Protocol and Tools for Evaluating Score-Level Fusion Algorithms in Biometric Authentication". IDIAP Research Report.
- 4) Robert Snelick, Umut Uludag, Alan Mink, Michael Indovina, Anil Jain. (2006). "Large-Scale Evaluation of Multimodal Biometric Authentication Using State-of-the-Art Systems". IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, p.p.450-459.

— 禁無断転載 —

平成24年度 国際標準共同研究開発事業
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
報告書

平成 25 年 3 月

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