

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月 27日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560394

 研究課題名（和文） ハイパースペクトル・イメージングデータによるBayesの高精度
個人認証手法の構築

 研究課題名（英文） High Accuracy Bayesian Authentication Algorithm with Hyperspectral
Imaging Data

研究代表者

松本 隆（MATSUMOTO TAKASHI）

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：80063767

研究成果の概要（和文）：現代社会におけるセキュリティはその重要性を増しており、生体認証に関する研究が世界レベルで活性化している。この研究では、人の手のひらから高スペクトル分解能の分光画像データ群を採取し、生体認証の可能性を探った。データは通常のカメラ画像とは異なり、各波長毎の生体物質の分布を捉えることができる。この装置は医療応用を目的として開発されたものであるが、EER0.62%を達成しており、生体認証にも応用可能であると思われる。

研究成果の概要（英文）：Biometrics is becoming an active research area due to the importance of the security issues in the contemporary societies. This study attempted to conduct biometric authentication using high spectral resolution palm images. The acquired data was different from those images obtained by a digital camera in that each spectrally resolved image contained distributions of biological substances at each wavelength. Even though the equipment was developed for medical applications, the experimental results showed EER of 0.62%. This appears to indicate possibility of the present system for biometric authentication.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	510,000	2,210,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学／通信・ネットワーク工学

キーワード：信号処理、生体認証、Bayes学習

1. 研究開始当初の背景

特定の施設への入退場、コンピュータへのアクセス、情報の閲覧、クレジットカード・キャッシュカードの使用等さまざまな場面において、それを行う権利があるかないかを自動的に判断する場面がますます増えている。「ある人物に権利があるか」；これが個人認

証を行う目的の一つである。伝統的に用いられてきた方法は次の二つである：

(1) 鍵や ID カード等の所有物による方法 (What you have)

(2) 暗証番号やパスワード等の知識による方法 (What you know)

これらの場合、所有物や知識を持っていると

いうだけで、その人物が誰であろうと権利があると判断する。近年これらの仕組みに限界が生じつつあり、深刻な社会問題になってきている。これはカードの盗難やスキミング、またパスワードが破られてしまうことなどによる。そこでは所有物もしくは知識を持っている人物が権利のある人物と一致しているかを確認していない。権利は本来、個人に与えられるものであり、当該人物であることを確認しなければ権利の有無を判断できないはずである。

このような背景のもと、所有物や知識ではなく、その人物そのものを確認することで権利の有無を判断しようという手法が注目されている：

(3) 生体特徴による手法(What you are)

生体認証あるいはバイオメトリクスと呼ばれており世界的にバイオメトリクスによるセキュリティ向上に向けた動きは急である。例えば米国では US-VISIT プログラム <http://www.dhs.gov/government-agencies-using-us-visit>、インドでは UADI プロジェクト <http://uidai.gov.in/> が、各々大型国家プロジェクトとして進行中である。セキュリティ技術は一般に“いたちごっこ”の側面を持つ。例えば、比較的健全な手法といわれる静脈認証においても既に偽の静脈画像による成りすまし可能性が報告されており[1]、静脈認証を超える新しい手法の開発は喫緊の課題であった。

[1] R. Zoun, et. al. “Forensic Implications of Identity Management Systems”, in FIDIS No.507512, 2006.

2. 研究の目的

本研究は、医療診断用に開発されたハイパースペクトル・イメージング装置 (図 1) に

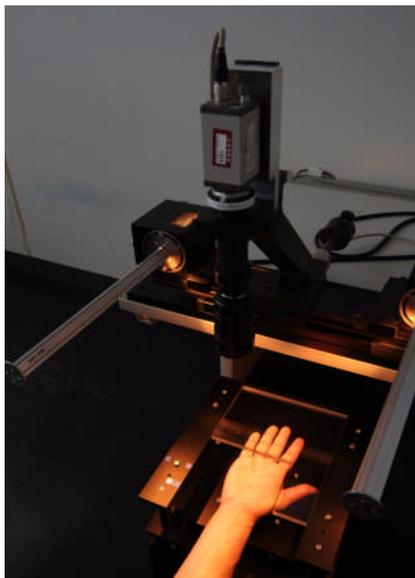


図 1

より静脈認証を超える手法として広帯域ハイパースペクトル・データによる個人認証アルゴリズムを提案・構築し、初期的実験を行ってその性能を評価することであった。得られるデータが連続的に得られる高分解能のスペクトル画像群であることをさらに明解にするため、本手法を「ハイパースペクトル・データキューブ認証」(注 1, 2)と呼ぶことにする。

ハイパースペクトル・イメージングは、可視光のみならず紫外線、赤外線を含めた数百あるいは数千の波長による画像をリアルタイムで採取する手法である。そのような目に見えない画像も含めた膨大な情報から本質を抽出し、アルゴリズムを構築して、個人を高精度で認証することを目指した。

(注 1) datacube : In computer programming contexts, a datacube is a three-dimensional array of values, commonly used to describe a time series of image data. A data cube is also used in the field of Imaging spectroscopy, since a spectrally-resolved image is represented as a three-dimensional volume. (Wikipedia)

(注 2) hyperspectral imaging : Much as the human eye sees visible light in three bands (red, green, and blue), spectral imaging divides the spectrum into many more bands. (Wikipedia)

3. 研究の方法

(1) データ採取 : 今回使用したハイパースペクトル・イメージング装置の前に手を置くと、波長 396.37 nm- 990.64 nm 帯域を 0.93nm の波長分解能で採取できる。光源から照射された光子は手の中に完全に吸収されてしまうものと、体の中の生体物質を散乱して手のひら表面に戻るものもありうるであろう。

(図 2, 3) そしてそのような光子はセンサー

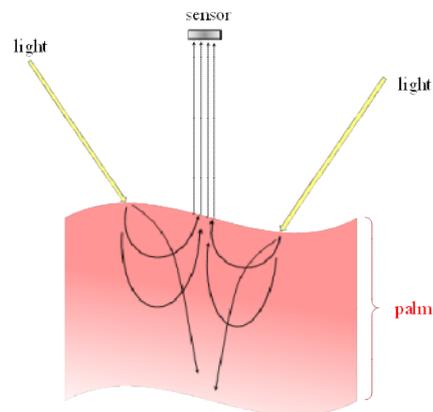


図 2

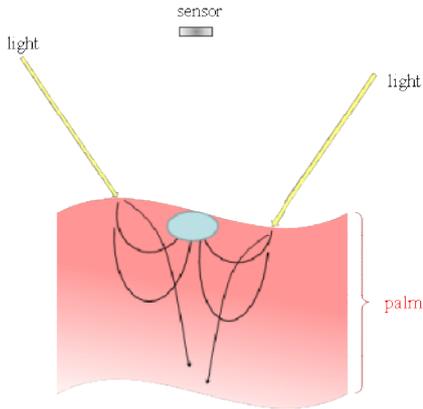


図 3

で検出されるであろう。吸収係数の大きな生体物質が光子の帰路にある程度まとまって存在すれば光子はセンサーに戻れないので、その部分の輝度値は低くなるであろう。人の手の場合、この装置がカバーする帯域での主たる生体物質は oxyhemoglobin (酸化ヘモグロビン)、deoxyhemoglobin (脱酸化ヘモグロビン)、eumelanin (ユーメラニン)、そして pheomelanin (フェオメラニン) の 4 つである。手のひらは、例えば手の甲に比べてメラニンが少ないことと、ほくろ、毛根、メラノーマ以外、メラニンは一様に分布していることが通常なので、ヘモグロビンの局在による何らかのパターンが観測されることが予想される。波長の短い領域では光子が比較的浅い部分で吸収される (図 4) ので、その部分にあるヘモグロビンの局在パターンを検出し、一方、比較的波長の長い帯域ではより深い位置にあるヘモグロビンの局在パターンを検出していると考えられる。

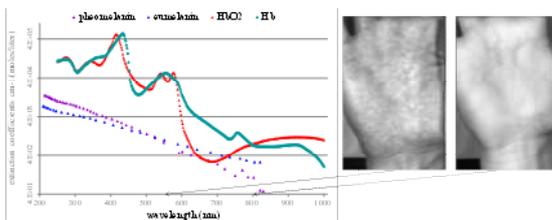


図 4

(2) **前処理**: 他の多くのアルゴリズムと同様、本人からあらかじめテンプレート画像を登録しておき、テスト場面で適当なスコアにより二つの画像の距離を計算し、ちいさければ本人、そうでなければ他人と判断する。距離計算はそれほど単純ではなく、特に上述のようなグレースケール画像では困難な場合が多い。そこで 2 値化処理を行った。図 5 は、 $\lambda=800\text{nm}$ と 560nm における典型的な 2 値化処

理画像である。前者では静脈と思われる構造が見えていると思われる、後者ではより浅い部分の構造が見えていると思われる。

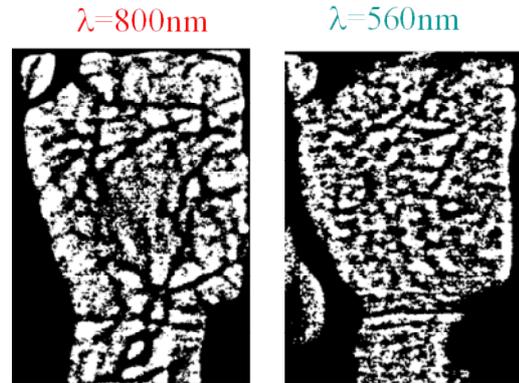


図 5

(3) **スコア計算**: 被験者ごとに template として上述のデータを保存する。テスト場面で新たに採取されたデータと template の間に、適当な距離を定義して波長ごとにスコアを計算する。これらの波長ごとのスコアを統合して最終スコアを計算する。

(4) **デシジョン**: 適当な閾値を設定して本人・他人のデシジョンをおこなう。提案手法の全体像を図 6 に示す。

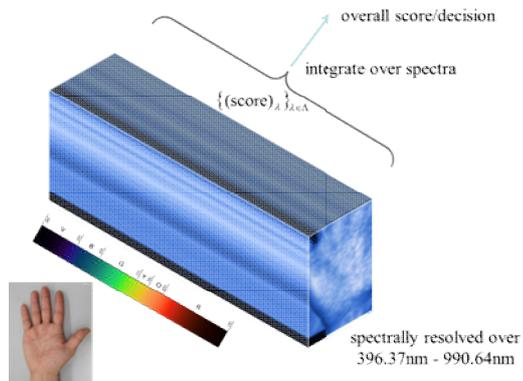


図 6

4. 研究成果

本研究プロジェクトは早稲田大学倫理委員会の承認のもと、30 人の被験者で実験を行った。また全ての被験者には詳細な説明のあと、書面による了承を得た。図7はいわゆるROC曲線である。また表1に複数の評価基準値を示す。初期の実験ではあったが、生体認証の可能性を示唆できたと考えられる。

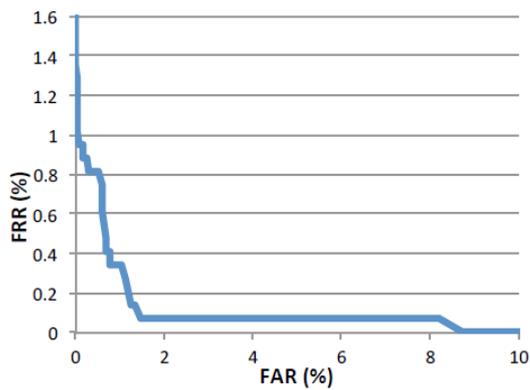


図 7

表1 いくつかの評価基準による評価値

Equal Error Rate (EER)	0.611%
FMR100 (FRR at FAR=1%)	0.340%
FMR1000 (FRR at FAR=0.1%)	0.952%
ZeroFMR (FRR at FAR=0%)	1.29%
ZeroFNMR (FAR at FRR=0%)	8.50%

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)

[学会発表] (計5件)

- ① Yuta Sato, Fumitsugu Akazawa, Daigo Muramatsu, Takashi Matsumoto, Atsushi Nakamura and Takayuki Sota, "An Authentication Method by High Spectral Resolution Palm Datacube" ICBAKE2013, Tokyo, July 5-7, 2013 (accepted)
- ② 佐藤優太、赤沢史嗣、村松大吾、松本隆、中村厚、宗田孝之 "0.93nm 波長解像度ハイパースペクトラル Datacube 生体認証"、電子情報通信学会 総合大会、岐阜、2013年3月20日
- ③ 赤沢史嗣、村松大吾、佐藤優太、松本隆、中村厚、宗田孝之 "0.93nm スペクトル解像度ハイパースペクトラル Datacube 生体認証の試み" 電子情報通信学会 バイオメトリクス研究会 (BioX), 東京、pp. 29-38, 2012年8月27日
- ④ 村松大吾、赤沢史嗣、白土聡、松本隆、中村厚、宗田孝之 "可視光/NIR 帯域 1nm λ 解像度大量画像データからの個人特徴抽出"、第1回バイオメトリクス

と認識・認証シンポジウム、東京、2011年11月22日

- ⑤ T. Matsumoto, A. Nakamura, D. Muramatsu, T. Sota, "Image-based Biometric Authentication Methods", Second World Congress on Forensics, Chongqing, China, p.37, Oct. 17, 2011

[その他]

ホームページ等

<http://www.matsumoto.elec.waseda.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松本 隆 (MATSUMOTO TAKASHI)
早稲田大学・理工学術院・教授
研究者番号：80063767

(2) 研究分担者

2010.4~2011.3
村松 大吾 (MURAMATSU DAIGO)
成蹊大学・理工学部・助教
研究者番号：00386624

(3) 連携研究者

2011.4~2013.3
村松 大吾 (MURAMATSU DAIGO)
大阪大学・産業科学研究所・特任講師
研究者番号：00386624