

# Usefulness of biological fingerprint in magnetic resonance imaging for patient verification

上田, 康之

<https://doi.org/10.15017/1654742>

---

出版情報 : 九州大学, 2015, 博士 (保健学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 : 全文ファイル公表済

氏 名：上田 康之

論 文 名：Usefulness of biological fingerprint in magnetic resonance imaging  
for patient verification

(磁気共鳴画像を利用した生体認証の有用性)

区 分：甲

## 論 文 内 容 の 要 旨

医療において患者情報の誤登録の防止は、重要な課題の一つである。昨今、患者情報の誤登録の防止のために様々な取組みがなされているが、依然として発生し続けているのが現状である。患者誤認を引き起こす背景には、単純な書類上の誤りや技術的な障害など様々な要因があり、とくに、ヒューマンエラーによって発生することが多いとされている。個人情報に対話で確認する言語的手段ではなく、非言語的に患者個人を特定可能である生体認証技術を用いることができれば、患者本人の確認の代替手段として医療の安全性・信頼性の向上が期待できる。生体認証とは、個人の生体的な特徴・特性などの生体情報を用いて行う認証方式のことである。医用画像を利用した生体認証技術では、胸部 X 線画像を利用して患者情報の照合を行い、患者情報の誤登録を自動検出する先行研究がある。磁気共鳴 (magnetic resonance imaging: MRI) 検査は、撮像範囲とその周辺部位の位置

関係を把握するための位置決め撮像が最初に行われる。近年、位置決め撮像には、撮像範囲全体を 3次元撮像し、基準となる断面をコンピューターにより自動的に計算し、多断面再構成 (multi-planar reconstruction: MPR) により表示する手法が普及している。本研究では、頭部領域の MRI 検査に生体認証技術を応用することを目的とし、位置決め撮像で得られた MPR 画像を利用した生体認証技術を用いて、患者本人が正しく本人であるか正誤判定するシステムの有用性について検討した。

本研究は、山口大学医学部附属病院 倫理審査委員会の承認を得た。2011年4月から2014年3月までに山口大学医学部附属病院 第3MR検査室にて頭部領域のMRI検査を2回以上行った20歳から80歳までの730名(男性352名、女性358名、平均年齢58歳)の患者を対象に後ろ向きに患者のデータを収集した。1回目の検査と2回目の検査の間に行われた頭部領域の治療内容別内訳は、外科手術72名、内科的治療51名、治療なし経過観察607名である。さらに、治療なし経過観察患者607名のなかで、1回目の検査以前に行われた頭部領域の治療内容別内訳は、外科手術96名、内科的治療43名、その他の治療もしくは経過観察468名である。MRI装置はMAGNETOM Skyra、20チャンネルの頭頸部コイル(SIEMENS社製)を使用した。撮像条件は全ての検査において、3次元T1強調撮像法(TR: 3.15 ms, TE: 1.37 ms, flip angle: 8°), FOV: 260 × 260 mm<sup>2</sup>, マトリクス数: 162 × 162 pixels, スライス数: 128, 面内空間分解能: 1.6 × 1.6 mm<sup>2</sup>, スライス厚: 1.6 mmにて撮像を行った。SIEMENS社製の自動位置決めシステムであるAutoAlign®を使用し、矢状断5断面(左側頭葉, 右側頭葉, 左視神経, 右視神経, 正中), 冠状断3断面(視神経, 視交叉, 内耳道), 水平断3断面(内耳道, 大脳基底核, 外側溝)の合計11断面を作成し、生体認証に利用する位置決め画像とした。

本研究では、ピアソンの積率相関係数(以下、相関値)を画像間類似度として採用している。相関値を正確に評価するためには、入力画像と基準画像の対応関係の一致と、照合に有効な領域のみ

を抽出することが重要である。相関値を求める前処理として、基準画像のピクセル値配列:  $T_0(n)$ , 入力画像のピクセル値配列:  $I_0(n)$  間の座標の位置合わせと、左右の分割および背景情報を除いた計算領域の抽出処理を行い、相関値を求めている。左右に分割された 8 種類の画像対に対して、左右の相関値をそれぞれ求め、左右のうち高いほうの値を、その画像に対する画像間類似度として採用した。正中矢状断については、左右に分割しないので全体の相関値をそのまま画像間類似度として採用した。同一患者同士の組み合わせ 730 組、異なる患者同士の組み合わせ 266,085 組について画像間類似度をそれぞれ求めた。性能評価は、マハラノビス距離を用いた判別分析法を適用して、本人拒否率 (false rejection rate: FRR), 他人受入率 (false acceptance rate: FAR) と、その half-total error rate (HTER) を求めた。さらに、receiver operating characteristic (ROC) 曲線より求めた等価エラー率 (equal error rate: EER), 曲線下面積 (area under the ROC curve: AUC) を求め、検証性能の指標とした。また、CMC 曲線より求めた 1 位認証率(rank-one identification rate: R1) を識別性能の指標とした。

内耳道水平断を生体認証の鍵として使用した認証性能は、FRR:3.15%, FAR:0.023%, HTER: 1.59%, EER: 1.37%, AUC: 0.998, R1: 98.6% であり、全ての特徴データの中で最も優れた性能であった。FAR: 0.023% の結果は、他人同士の組み合わせ 266,085 組中、62 組のみの他人受入数であり、生体認証技術の検証性能において優れた結果を示している。また、R1: 98.6% の結果より、全 730 名のうち、720 名は、すでにデータベースに登録してある他人と間違えることなく正しく本人を識別できる。さらに、FRR: 3.15% すなわち本人受入率 (true acceptance rate: TAR): 96.8%の結果より、全 730 名のうち、707 名は、本人を正しく本人と検証することが可能であることを示している。これらの結果は、生体認証技術によって患者情報の誤登録を検出し、画像間類似度の高い組み合わせを正しい本人の候補として提示するシステムにおいて、本研究結果は優れた生体認証性能を備えている。

しかし、大脳基底核水平断において、検証性能および登録者限定識別性能は、他の特徴データよりも劣る結果であった。大脳基底核水平断は、生体認証技術にとって重要な、個人を判別できる特徴が他の断面と比べて乏しいことを示唆している。また、外科手術前後患者の本人拒否率について、全ての特徴データについて全患者の本人拒否率より劣る傾向がある。しかし、1回目の検査より以前に外科手術が施行された患者96名の結果は、優れる傾向がある。この原因として考えられるのは、外科手術に伴った手術部位の形態変化、および術後の病態変化に起因する影響があったことが推測される。本手法を用いた生体認証は、外科手術前後の患者に適用した場合の性能低下を考慮する必要があるが、外科手術が施行されていても、外科手術後の画像同士を比較する場合については考慮する必要がないことが示唆される。

頭部MRI検査において位置決め撮像は必ず撮像されるため、生体認証のための追加撮像の必要はない。そのため、本手法は患者に不利益を与えずに適用可能である。麻酔の前処置の影響や、痴呆、難聴などによりコミュニケーションがとれない場合や、診察券、リストバンドなど本人を証明するものを持っていないなど、患者本人の確認が困難な場合、さらには検査終了後で本人がその場にはいない状況などのように、従来の方法では患者本人の確認ができない場面においても本手法を適用することで患者本人の確認が可能である。また、生体情報を入力するための装置を新たに設置する必要がないことも本手法の利点として挙げられる。これらの利点は、検査中や検査後での患者本人の確認手段としての利用、画像管理システムでの患者情報の確認および誤りの検出、さらには正しい患者情報の候補提示などへの応用が期待できる。

以上のように、頭部MRI検査の位置決め撮像にて取得される画像を利用した生体認証にて、患者本人を高い精度にて検証および識別可能であることが本研究にて示された。