

# 生体部分でない対象物の提示による脆弱性評価の方法

2005年3月

横浜国立大学大学院環境情報研究院

松本 勉

## 1 検討の経緯

指紋、虹彩、静脈などのバイオメトリクスを用いた個人認証技術（バイオメトリック認証技術）のセキュリティを評価する際の必須項目である、バイオメトリック対象物の偽造や偽装の困難性（あるいは容易性）について、横浜国立大学・松本による2000年7月からの指紋照合技術に関する脆弱性研究報告および2003年7月からの虹彩照合技術に関する脆弱性研究報告やその他の知見をベースとして、生体部分でない対象物の提示による脆弱性評価の方法に関する検討を行った。平成16年度は、平成15年度における、指紋および虹彩に関する個別的な基礎的検討を踏まえ、静脈を含めた、指、手、目を用いたバイオメトリック認証システムを対象とする検討を行った。

## 2 生体部分でない対象物の受入可能性に関する考察

バイオメトリック認証システムでは対象とする生体部分（指、手の甲、手のひら、目、顔など）を、光などを用いて計測している。従って、光などで見て生体部分と同じように見える対象物であれば、バイオメトリック静脈認証システムに受け入れられる可能性があるが、バイオメトリクス入力装置に提示される対象物が生体であるかどうかを検知する何らかの“生体検知”機能がうまく組み込まれ、うまく働いているならば、そのような対象物は登録も照合もできないことになる。

しかし、バイオメトリック認証においては、利用者・管理者の利便性を重視し、登録失敗（Failure to Enroll）や誤拒否（False Rejection）ができるだけ少なくなるような設定がなされることが多い。このため、バイオメトリクス入力装置に本来提示される人間の生体の代わりに人間の生体とは限らない何らかの対象物が提示された場合でも、生体検知のメカニズムがうまく働かず、これを拒否することに失敗することがある。この関係をやや詳しく見てみる。

すべての対象物（3次元的な形を有するもの；生体を含む）の集合を $\Omega$ とする。種類 $\mu$ の生体部分（指、手の甲、手のひら、目、顔、など）を対象とするバイオメトリック認証システムのすべてからなる集合を $B[\mu]$ と書く。システム $S \in B[\mu]$ において対象 $x \in \Omega$ が登録できるかできないかを、関数 $\text{Enroll}[S]: \Omega \rightarrow \{0, 1\}$ と

して表現する。すなわち、対象  $x \in \Omega$  が登録できるとき  $\text{Enroll}[S](x)=1$  とし、そうでないとき  $\text{Enroll}[S](x)=0$  とする。種類  $\mu$  の生体部分のすべての個人にわたる集合を、特性関数  $\text{Human}[\mu]: \Omega \rightarrow \{0,1\}$  で表す。すなわち、対象  $x \in \Omega$  がある個人における種類  $\mu$  の生体部分であるとき  $\text{Human}[\mu](x)=1$  とし、そうでないとき  $\text{Human}[\mu](x)=0$  とする。システム  $S \in B[\mu]$  が普通に使えるためには、FER: Failure to Enroll Rate、すなわち

$$\text{FER}[S]=\#\{x \in \Omega \mid \text{Human}[\mu](x)=1, \text{Enroll}[S](x)=0\} / \#\{x \in \Omega \mid \text{Human}[\mu](x)=1\}$$

が十分に小さいこと（理想的には 0）が条件となる。ここで、集合  $\{x \in \Omega \mid \text{Human}[\mu](x)=1\}$  は有限集合であると考えているので、その元の総数  $\#\{x \in \Omega \mid \text{Human}[\mu](x)=1\}$  が定義できる。

システム  $S \in B[\mu]$  が種類  $\mu$  の生体部分以外を排除することも望まれるが、これは、

$$\{x \in \Omega \mid \text{Human}[\mu](x)=0, \text{Enroll}[S](x)=1\}$$

が十分に小さいこと（理想的には空集合  $\Phi$ ）と表せる。この議論は重要であると思われるが、今まで必ずしも体系的に論じられてこなかったように思われる。ポイントは、この集合を  $\Phi$  にするように  $\text{Enroll}[S]$  を作ると  $\text{FER}[S]$  が大きくなる傾向があると思われることである（図 1）。

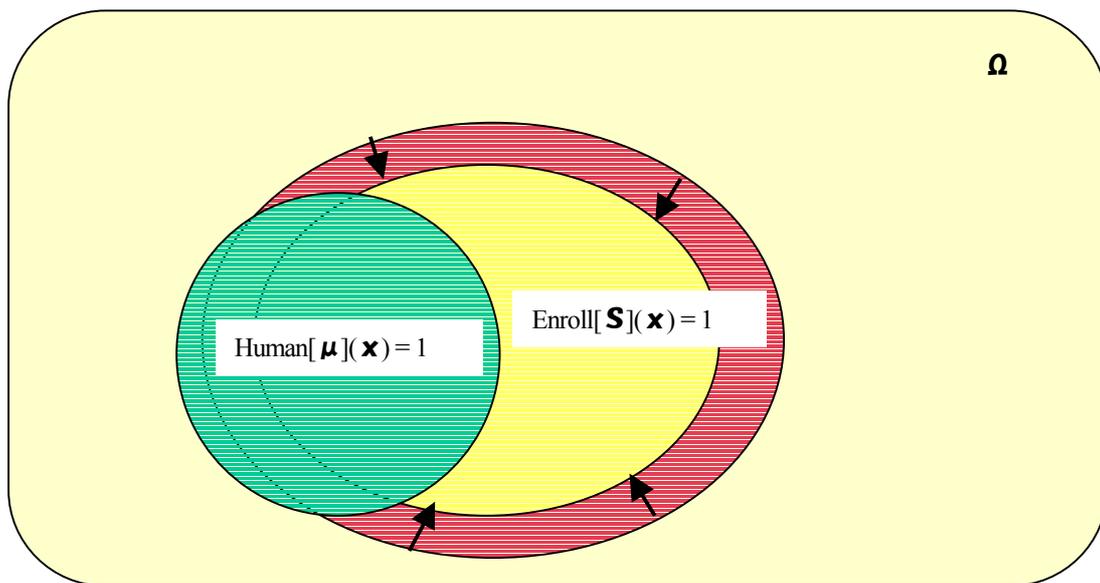


図 1 生体検知と登録失敗

### 3 生体部分でない対象物の受入可能性に関する実験において評価者に与える知識

評価対象であるバイOMETリック認証システムについて、どのような知見を得ることを目的とするかで、評価の方法は変わりうる。すなわち、評価対象であるバイOMETリック認証システムにおける、バイOMETリクス入力装置や照合・認証の方式に関する知識が評価者にすべて与えられている場合、部分的に与えられている場合、そして、

全く与えられていない場合がありえる。

バイOMETリック認証システムを最強の攻撃者による攻撃に関して評価する際にはリバースエンジニアリングは当然なされるものとし、攻撃者は開発者と同等の知識を有しているとして扱うことが妥当であると考えられる。特に、ユーザの手元に渡るシステムである場合にはこのような厳しい条件における評価が必要な場合があろう。ただし、このような評価は個別のバイOMETリック認証システム毎に個別の検討を要するため、本節の以下の部分においては、バイOMETリック認証システム自体をリバースエンジニアリングすることはせずにはほぼブラックボックスとして評価を行う場合を扱う。

#### 4 生体部分でない対象物の受入可能性に関する検証方法

与えられたバイOMETリック認証システムの生体検知機能がどの程度であるかを実験的に把握する必要性が生じた場合に考えられる評価の方法には、次の2段階が考えられる：

##### 第1段階

バイOMETリック認証システムに生体でない対象物を提示し、

(A) 登録できるかどうか、

(A-A) 登録できた場合、再度提示して照合できるかどうか

について調べる。

##### 第2段階

バイOMETリック認証システムに

(L-A) 生体部分を登録し、生体でない対象物で照合できるかどうか、

(A-L) 生体でない対象物を登録し、生体部分で照合できるかどうか

について調べる。

ここに示した第1段階はいわば対象物の素材に関する検討であり、第2段階は、第1段階の実験に成功した素材を用いて生体部分を模擬した対象物を作成し、実施することが妥当だと考えられる。ただし、第1段階の(A)が成功しない、すなわち、システムに登録ができない対象物であっても、第2段階の(L-A)が成功する可能性があることには注意を要する。

## 5 生体部分の情報入手に関する考察

システムに登録・照合できる生体部分を模擬した対象物を作製するには、生体部分の情報入手が必要であるが、第1段階の実験においては、必ずしもある特定個人の生体部分の特徴を模したものであることは求められない。この生体部分の情報入手に際して、評価対象のバイOMETリック認証システムそのものは必要とはいえ、これとは独立に、生体部分につき各種の測定を行えばよい。ただし、評価対象のシステムが特に“何を見ているのか”に関する情報が増えれば、省略可能な測定項目が増えることになる。また、第2段階の実験においては、特定個人の生体部分の特徴を採取することが必要である。脆弱性評価の実験においては、実験に協力する個人の生体部分を計測すればよい。実際の攻撃者がバイOMETリック対象物に関する情報を入手しようとした場合の困難性を論じるには、撮影された顔画像やガラス等について指紋のように本人の生体部分を直に計測しなくてよい場合と、本人の生体部分を直に計測しなければならない場合とがある。目（虹彩）や指や手の内部（静脈）を用いたバイOMETリクスは後者に分類されるといえる。

ただし、本人の生体部分を直に計測することが攻撃者にとって困難であるとは限らない。たとえば、バイOMETリック認証システムの利用が普及するにつれ、バイOMETリクス入力装置に自らの生体部分を提示することが日常的になると、偽のバイOMETリクス入力装置に、それとは気づかず生体部分を提示して情報取得がなされてしまう、といった危険性も考慮しなければならないからである。

## 6 指紋照合における生体部分でない対象物の受入可能性に関する検証

これまでの研究により、指紋照合については、第1段階においては、ゼラチンや導電性シリコーンゴムなどを材料として作製した対象物（人工指）が、光学式、静電容量式、電界式、指内散乱光直接読取り方式、感圧式の実験した30機種以上の全ての指紋照合システムに登録（A）・照合（A-A）できることを確認し、かつ、第2段階の（L-A）、（A-L）の照合もすべてのシステムにおいて行えることを示している。

人工指の作製プロセスは、指の型を作る部分と、型と人工指の材料とから人工指を作る部分とに大別される。人工指の型の作製方法には、生体指から直に型を作る方法と、押捺指紋または残留指紋から型を作る方法とがあり、ガラス表面や携帯電話本体や液晶部分、CDやコップなどに残った残留指紋などから指紋画像を撮影する機器としてデジタル顕微鏡、デジタルカメラ、携帯電話のカメラを用いる場合について実験をしている。また人工指の材料としては、シリコーンゴム、導電性シリコーンゴム、ゼラチンなどを用いている。

平成16年度は、携帯電話やPKIトークン用の指紋照合システムについても評価を行い、全く同様の結果を得

ている。なお、その際に、スワイプ型の指紋入力装置を有する指紋照合システムの評価に用いる人工指として、指紋画像でエッチングしてできたプリント基板を型として作製したフラットタイプのゼラチン製人工指を指状のゼラチン製の棒にゼラチンで接着したもの（平面紋様3Dタイプ人工指）の作製プロセスを新たに開発した（第11節）。

これらの結果は、現状で実装されている指紋照合技術の脆弱性を示しており、指紋照合によるセキュリティ向上を目指すアプリケーションに導入される指紋照合システムにおいては、利便性の低下をできる限り抑えた上での生体検知機能の充実を工夫していく必要があることが明らかである。なお、たとえば、Biometrics Consortium Conference 2004 にて米国のLumidigm 社により複数波長で指を計測する技術が発表されるなど、ゼラチン製人工指を受け入れないようにできるとする技術はいくつか発表されている。ただし、製品化されたものを筆者が実機にて実験をする機会には恵まれていないので、未検証である。また、もはや、指紋照合技術というよりは、指照合技術ないし指認証技術にシフトしているので、どこまでを指紋照合技術と呼ぶかの検討が必要な時代が到来しつつある。

いずれにしても、シリコーンゴム、導電性シリコーンゴム、ゼラチンなどの材料で作製した対象物（人工指）を指紋照合システムに提示して第1段階（A）、（AA）、第2段階（LA）、（AL）の実験を行い、どの程度の割合で受け入れられるかを測定することは、生体部分でない対象物の受入可能性に関する指紋照合システムの脆弱性評価方法として意味がある。このために、対象物の材料や作製方法や実験方法について標準的プロセスを定めることが有用であり、具体的な検討が必要であると考えられる。

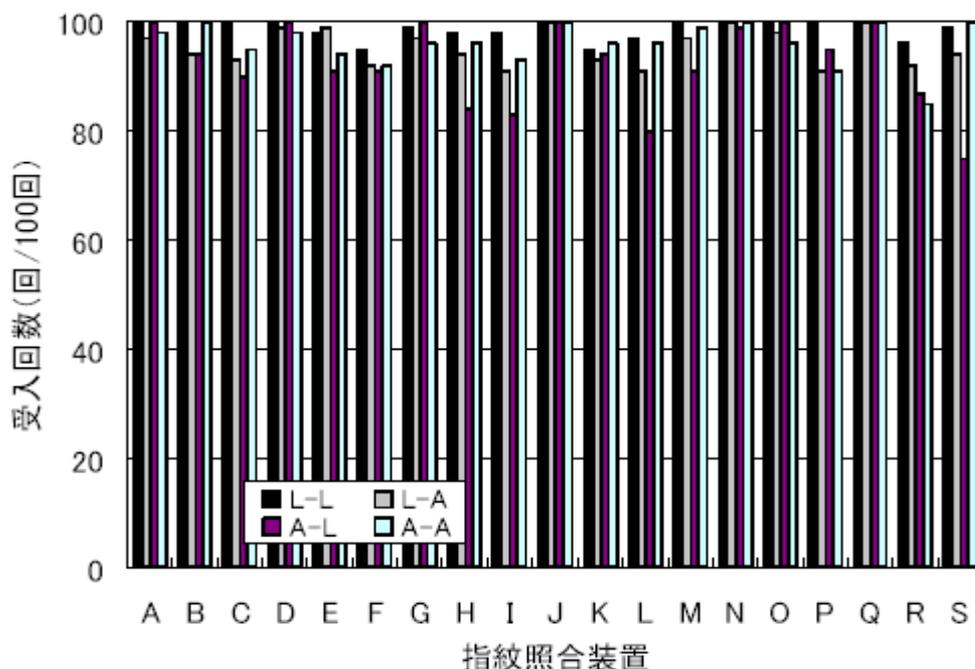


図2 指紋照合システムのゼラチン製人工指の受入検証実験結果（抜粋）

（L-Lは生体指を登録して生体指で照合する場合を示す）

## 7 虹彩照合における生体部分でない対象物の受入可能性に関する検証

虹彩照合技術についても指紋照合技術の脆弱性評価の経験を踏まえ、赤外光により撮影した虹彩の画像をインクジェットプリンタ用紙にレーザプリンタで印刷し、瞳の部分を穿孔して作成した対象物（人工虹彩）が3機種の虹彩照合装置に受け入れられることを示した（図3）。

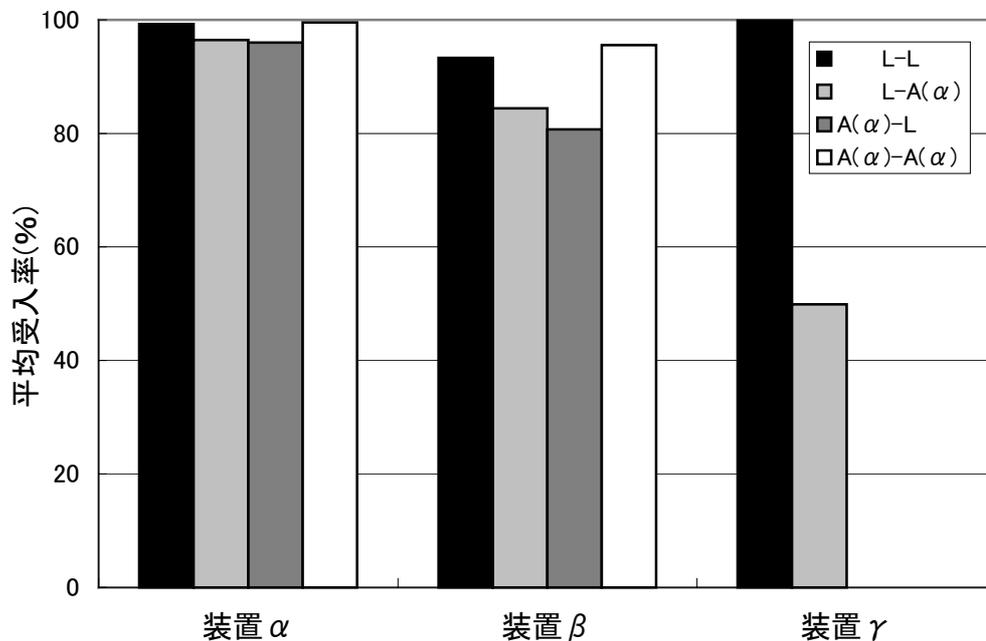


図3 虹彩照合システムの紙製人工虹彩受入検証実験結果（抜粋）

この実験で作製した対象物（人工虹彩）は装置 $\gamma$ には登録できなかった（すなわち、第1段階の実験（A）は失敗であった）が、第2段階の実験（L-A）では一定割合（約50パーセント）で照合が成功している。

この結果は、現状で実装されているいくつかの虹彩照合技術の脆弱性を示しており、虹彩照合によるセキュリティ向上を目指すアプリケーションに導入されるシステムにおいては、利便性の低下をできる限り抑えた上での生体検知機能の充実を工夫していく必要があることが明らかである。

紙などの材料で作製した対象物（人工虹彩）を虹彩照合システムに提示して第1段階（A）、（AA）、第2段階（LA）、（AL）の実験を行い、どの程度の割合で受け入れられるかを測定することは、生体部分でない対象物の受入可能性に関する虹彩照合システムの脆弱性評価方法として意味がある。このために、対象物の材料や作製方法や実験方法について標準的プロセスを定めることが有用であり、具体的な検討が必要であると考えられる。

## 8 静脈照合における生体部分でない対象物の受入可能性に関する検証

静脈照合技術は金融分野へのアプリケーションを中心として最近急速に注目を浴びている技術であり、指の静脈、手の甲の静脈、手のひらの静脈を用いるものが存在している。静脈照合ないし静脈認証と称しているが、対象とす

る生体の何を観測しているかなど、技術の詳細はあまり開示されていない。

指紋照合や虹彩照合のように、まず、生体でない対象物が受け入れられる可能性があるかどうかについて、第1段階の実験を試してみることが有用であろう。すなわち

(A) 静脈照合システムに生体でない対象物を提示し、登録できるかどうか調べる

(A-A) 登録できた場合、再度提示して照合できるかどうかについて調べる

の2つの実験を行うことが必要であろう。静脈照合システムは、光などにより指や手を計測していると考えられる。従って、光などで見て指や手と同じように見える対象物であれば、静脈認証システムに受け入れられる可能性がある。光の分散の具合が人間の指や手と類似の対象物の候補としては、

- 1) 植物（野菜）である大根などを生体部分に類似の形状にしたものなど、
- 2) 固形石鹸など、
- 3) 適当なポリマーと硬化性樹脂を混ぜて作製した物体など

が考えられる。ある特定の静脈照合システムにおいて、もしこれらを用いた第1段階の実験が成功したとするとそのシステムの生体検知機能に脆弱性があることが判明する。この第1段階の実験で吟味された材質で個人性のある指や手のパターンを有する対象物を作り、第2段階の実験を実施するというプロセスが考えられる。個別の静脈照合システムについて実験を進め、生体でない対象物の受入可能性についての評価の方法を、指紋照合技術と同様に整備していく必要がある。

## 9 まとめ

本報告においては、生体部分でない対象物の提示による脆弱性評価の方法に関する検討を行った。第1段階の実験、第2段階の実験というステップ構成で脆弱性評価を行うことが有益である。個々のバイオメトリック認証技術が対象とする生体部分について、評価のための（テストチャートないしリトマス試験紙に対応する）対象物の吟味と標準化を行うことにより、特定のバイオメトリック認証システムのセキュリティレベルを測ることができる可能性が明らかとなった。

## 10 参考文献

[1] Tsutomu Matsumoto, Hiroyuki Matsumoto, Koji Yamada, Satoshi Hoshino, "Impact of Artificial "Gummy Fingers" on Fingerprint Systems," Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques IV, Rudolf L. van Renesse, Editor, Proceedings of SPIE Vol. 4677, pp.275-289, SPIE --- The International Society for Optical Engineering, 2002. <http://www.spie.org/web/abstracts/4600/4677.html>, <http://spie.org/Conferences/Programs/02/pw/confs/4677.html>,

[2]松本勉, 竹田恒治, 星野幸夫, 田辺壮宏, 平林昌志, “人工指による指紋センサ評価の可能性,” 2004 年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2004) , Vol. I , pp. 585–590, Jan. 2004.

[3]松本勉, 平林昌志, 佐藤健二, “虹彩照合技術の脆弱性評価 (その3) ,” 2004 年暗号と情報セキュリティシンポジウム, SCIS2004, Vol.I, pp.701–706, Jan. 2004.

[4]田辺壮宏, 森下朋樹, 松本勉, “携帯機器に搭載された指紋照合装置は人工指を受け入れるか,” 2005 年暗号と情報セキュリティシンポジウム (SCIS2005) ,Vol.. II, pp. 553-558, Jan. 2005.

## 11 付録: 携帯機器に搭載された指紋照合装置の人工指による安全性評価

我々は指紋照合技術の安全性を評価する一連の研究の中で, ゼラチン等で作製した人工指が市販の多くの機種指紋照合装置に高い割合で受け入れられることを示してきた. 本節においては, 携帯電話等に搭載された指紋照合装置に対するゼラチン製人工指を用いた照合実験について, その詳細を記述する.

### 11.1 はじめに

バイオメトリクスによる認証・識別技術は指紋, 虹彩, 手の静脈といった身体的特徴や, 声紋, 筆跡などの行動的特徴, すなわちバイオメトリクス情報を用いて個人を認証・識別する技術である. この技術は IC カードや免許証などの物体を携帯する必要もなく, パスワードのように記憶しておくことも必要とせず, 本人の体があればよい. 非常に利便性に優れているといわれている. そのため施設における入退室管理やネットワークを介した非対面取引における本人認証などにバイオメトリクスが広く適用される情勢にある. 誤拒否率ないし本人拒否率 (FRR : False Rejection Rate) や誤受理率ないし他人受入率 (FAR : False Acceptance Rate) などの観点からの研究は従来から充実しており, それらの評価法の標準化についても近年進展が著しい.

しかし, バイオメトリクスは変更ができるパスワードやカード等とは異なり, あらかじめ持っている個人の身体的・行動的特徴を利用しているため, 情報の変更は非常に困難であるといえる. このため, 身体的・行動的特徴の耐偽造性の観点からの研究が不可欠である. しかし, 一般に耐偽造性の研究とその情報の交換は不足していると考えられる.

こうした観点から, これまで筆者らは指紋照合技術や虹彩照合技術の脆弱性に対して, ゼラチンを用いて作製した人工指や紙に印刷した人工虹彩を用いて, 攻撃者の視点から洗い出すというスタイルの一連の研究を行い, ハー

ドウェアの絡むセキュリティ技術の脆弱性情報の取り扱いにかかわる諸問題についても検討しつつ、19機種において指紋照合装置が人工指を高い割合で受け入れるということを示してきた。

近年では携帯電話やUSBメモリ、ノート型パソコンなどの携帯される機器、及び指紋照合技術の発展により、携帯される端末に指紋照合装置が搭載されるようになってきている。これらの動向から、携帯される機器に搭載されている指紋照合装置についても偽造に対する安全性評価を充実させていく必要があると考えられる。そこでこれまで実験を行っていなかった機種について実験、考察を行った。

## 11.2 携帯機器における個人認証

近年では携帯端末における技術の発展により、携帯機器での非対面電子商取引や、他人に機器を盗難されても中のデータを盗み見られないようにロックをかける必要がある。特に携帯機器においては持ち運びが容易であるため盗難にあう可能性が高いこと、また携帯端末単体で非対面の取引となる場合が多いことからより確実な本人認証を行う必要がある。そこでバイオメトリクス技術を用いた本人認証との融合が考案され現在では指紋照合装置を搭載した携帯機器が次々と発売されている傾向がある。特に携帯電話においては「オサイフ携帯」という名称で携帯電話に挿入されたICカードに金銭をチャージし、携帯電話を金銭の代わりとして使用するマネー機能が搭載されている。こういった金銭の授受にかかわるもののロックとして指紋照合装置が利用されている。こうした状況はこれまでとは比較にならないほどの多くの人がバイオメトリクスを利用することとなるであろうと考えられる。

我々はこれまで、携帯機器に關与する指紋照合技術の研究の報告として携帯電話の液晶部分に残った残留指紋から取得した指紋画像より作製した人工指、また携帯電話に搭載されたデジタルカメラを用いて指紋画像を取得して作製した人工指が市販されている様々な指紋照合装置に高い確率で受け入れることを示してきた。また、携帯電話に搭載された指紋照合装置1機種においても人工指が高い割合で受け入れられることを示している。こうしたことから今後続々発売されるであろう携帯機器に搭載される指紋照合装置の脆弱性についても考慮すべきであると考えられる。そこで本稿では、携帯電話に搭載された指紋照合装置2機種、USBメモリに搭載された指紋照合装置1機種について人工指を作製し、照合実験を行った。

## 11.3 携帯機器における人工指の不正利用と性能評価

バイオメトリクス技術は元来パターン認識技術から派生し、身体的・行動的特徴を用いての個人識別技術として成立したため、マッチング技術に主眼がおかれていた。そのため、誤拒否率 (FRR: False Rejection Rate) や誤受理率 (FAR:

False Acceptance Rate)に関する研究は従来から充実している。しかし、このような技術を識別・認識に用いる場合、想定される脅威に対する安全性も同様に議論されるべきであると考えられる。

バイオメトリクス技術に関しての潜在的な脅威の一つとして、生体的特徴の偽造によるなりすましが挙げられる。具体的な例として、次のような場合がある。

例) 悪意あるユーザYが、正規ユーザXの指情報を何らかの方法で取得し、Xの人工指A (X) を作製して、指紋照合装置にA (X) を提示してXになりすます

ここで、指紋照合装置が携帯される機器に搭載された場合、大型の装置とは違い持ち運びができる点から正規ユーザXが携帯端末を盗難、紛失にあった場合、その端末を悪意のあるユーザYが入手すると端末にあるXの遺留指紋を入手、もしくは事前にXの指紋情報を取得した上で端末を盗んでいた場合、YはXの人工指A (X) を作製してXに成りすます可能性がある。このような場合、YはXにはまったく気づかれずにXの人工指A (X) を作製できてしまう可能性がある。従って先に述べたように指紋照合装置が人工的に作製された指を受け入れるかどうかは携帯機器に搭載される場合、安全性の観点でこれまで以上に重要であると考えられる。

## 11.4 人工指の作製方法

本節において、人工指の作製に使用した材料・器具、及び作製方法はこれまでの指紋照合技術における報告の中で示してきた内容に準拠するものとする。なお、これまでの報告の中にある直接指で型をとって作製した人工指を**3Dタイプ人工指**、また、遺留指紋などの指紋画像を利用してプリント基板を用いて作製した人工指を**フラットタイプ人工指**と呼ぶこととしている。なお、人工指の作製における全体的な流れは図4ようになる。

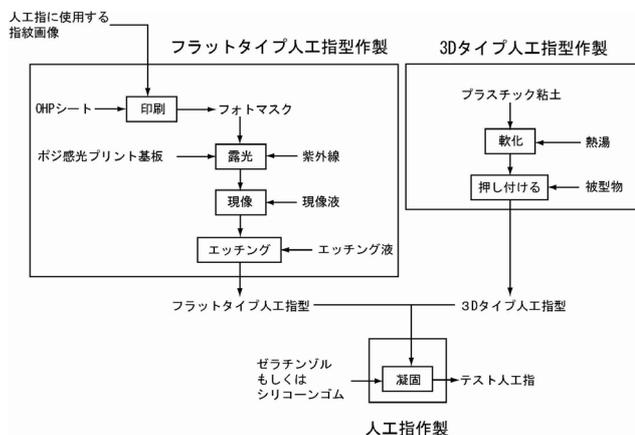


図4 人工指作製方法の流れ

人工指の作製に関して使用した材料・機材は以下のものである。

人工指： 板ゼラチン “ゼラチンリーフ”

3Dタイプ人工指の型： プラスチック粘土“自由樹脂”

フラットタイプ人工指の型： プリント基板“ポジ感光基板10K”

指紋画像取得に使用したカメラ：デジタルカメラ “Ricoh Caplio RR30” 画素数 324万画素

## 11.5 照合実験

本節での実験はこれまでの我々の報告で示したきたものと同様にフラットタイプ人工指、及び3Dタイプ人工指を用いての受け入れ率を調査する実験を照合実験1とする。また、本報告における予備実験でフラットタイプ人工指はスイープ式のセンサを使用するには扱いにくく不向きとしていたが、使用に耐えられるようなフラットタイプ人工指の型を用いて3D人工指の作製をし登録照合を行ったものを、照合実験2とする。

### 11.5.1 照合実験1

本節ではエレクトリックフィールド方式（電界式）の携帯電話搭載型指紋照合装置1機種（スイープセンサ）、エレクトリックフィールド方式の携帯電話搭載型指紋照合装置1機種（平面センサ）、及び静電容量式の携帯電話に搭載された指紋照合装置（スイープセンサ）において人工指を受け入れるかどうかの実験を行った。これらの機種の詳細は本稿の末尾に示すとおりである。また照合実験では、以下に示す各装置の照合ソフトウェアの仕組みに従って照合結果を得るものとした。

**装置S** 登録時には指を7～10回提示する。端末内の指紋照合ソフトウェアを使用する際の登録指データとの照合を照合結果とした。照合時の照合失敗の時のみ指紋画像がディスプレイに表示される。

**装置T** 登録には3回程度指を提示する。登録時には指紋画像は表示されず、照合時（排除時）にはディスプレイに画像を粗くした指紋画像が表示される。

**装置U** 登録には3回指を提示する。登録時、照合時ともにディスプレイには指紋画像は表示されない。

これらの装置において実際に照合実験を行った。なお、予備実験を行い、装置に適した人工指を選び、装置Tには3Dタイプの人工指を用い、装置Uにはフラットタイプの人工指を使用した。こうして選んだ人工指を使用し、

表1に示す照合パターン登録した指に対し、生体指および人工指の提示を行うという実験を行い各装置における受け入れ状況を検証した。

表1 照合パターン

	登録	照合
L-L	生体指	生体指
L-A	生体指	人工指
A-L	人工指	生体指
A-A	人工指	人工指

照合実験を行うにあたり、設定した条件は以下のとおりである。

- ・ 被験者は20代男性3名。
- ・ 登録および照合に提示する指は左手人差し指1本とする。
- ・ 登録に失敗する場合は何度かの登録操作を許す。
- ・ 人工指の使用は一人の実験者が生体指にて行う。

#### 11.5.2 照合実験2

我々は本報告における予備実験でスワイプセンサにおいてはフラットタイプの人工指は形状や乾燥すると反り返ってしまう（スワイプ式センサは人工指表面が乾燥していないと指紋が崩れてしまう）などの理由で扱いにくく受け入れる割合が非常に低いため、動きをつけるのに保持しやすい3Dタイプ人工指を用いてきた。しかし3Dタイプの人工指の作製には直接本人の指を用いて型を取り作製する必要がある。この場合考えられる脅威としては登録者本人の協力を得た成りすましといったように、ある程度条件に限られる。そこで今回はフラットタイプ人工指の型を用いて3Dタイプ人工指を作製することを試みた。この人工指が直接型を取ったものと同程度の照合精度があることが確認できるとスワイプセンサにも2次元センサと同様に本人の協力なしに使用しやすい人工指を作製することができてしまうと考えられる。この実験に用いた装置は装置T、及び装置Vである。なお、実験を行うにあたり設定した条件は照合実験1と同様とする。

#### 平面紋様3Dタイプ人工指の作製方法

平面紋様3Dタイプ人工指の型を作製するにはフラットタイプ人工指に用いる型とプラスチック粘土を用いる。

## 作製手順

- a) 指紋紋様のない3Dタイプ人工指の型を作成し、ゼラチンを流し込んで人工指を作製する(図5)
- b) これまでの方法で薄めに作製したフラットタイプ人工指を用意する (図6)
- c) 紋様のない3Dタイプ人工指とフラットタイプ人工指をゼラチンゾルを接着剤として曲面に沿ってきれいに貼り付ける(図7)

こうして作製した人工指 (図7) を30分程度自然乾燥させると使用しやすい人工指となる。

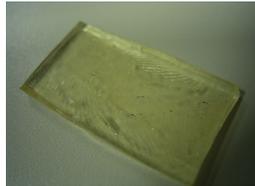


図5 紋様のない3D人工指を作成

図6 薄く作製したフラットタイプ人工指を作製

図7 平面紋様3Dタイプ人工指

作製した人工指を用いて表1に示す照合パターン登録した指に対し、生体指および人工指の提示を行うという実験を行い各装置における受け入れ状況を検証した。

## 11.6 実験結果

### 11.6.1 照合実験1の結果

本節の実験で作製した人工指は2種類あり、装置に提示する人工指は表2に示すようなパターンが考えられる。そこで予備実験として各装置に対し表2のパターンで人工指を数回ずつ提示してみたところ、L-Aの照合パターンにおいて各装置にばらつきはあるものの、装置Uの3Dタイプ人工指を除き、すべてのパターンで受け入れを確認することができた。そこで、各人工指に対する装置ごとの振る舞いに関して見られた点について示す。

表2 人工指提示パターン

指紋照合装置	提示する人工指	
装置S	3Dタイプ人工指	フラットタイプ人工指
装置T	3Dタイプ人工指	フラットタイプ人工指
装置U	3Dタイプ人工指	フラットタイプ人工指

**全ての装置共通** ある程度乾いた（フラットタイプは30分、3Dタイプは3時間自然乾燥させる）状態の人工指が受け入れられやすい。

**装置S** 指紋読取装置の面積が小さく、立体的な厚み・曲面のある人工指は、装置に読み取られづらい。

**装置T** 指紋読取装置の上を滑らせて提示をするスワイプ式の装置であり、提示する人工指にはある程度の厚み、

および立体的な曲面が必要と思われる。

**装置U** 装置Tと同様に指紋読取装置の上を滑らせて提示をするスワイプ式の装置であり、提示する人工指にはある程度の厚み、および立体的な曲面が必要と思われる。

これらの振る舞いを参考として、各装置に受け入れられやすいと思われる人工指、

**装置S** フラットタイプ人工指

**装置T** 3Dタイプ人工指

**装置U** 3Dタイプ人工指

を用いて表1に示すパターン（計4パターン）について登録した指に対応する生体指あるいは人工指を連続で100回提示し、各装置に受け入れた回数を計数した。

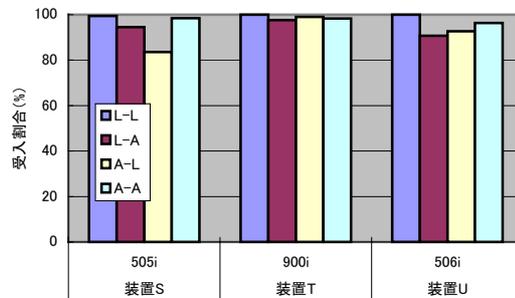


図8 各装置への受け入れ割合

図8 より全ての装置において高い割合で人工指が受け入れられることが確認できた。

### 11.6.2 照合実験2の結果

各装置に対する平面3Dタイプ人工指の受入の割合を図9に示す。

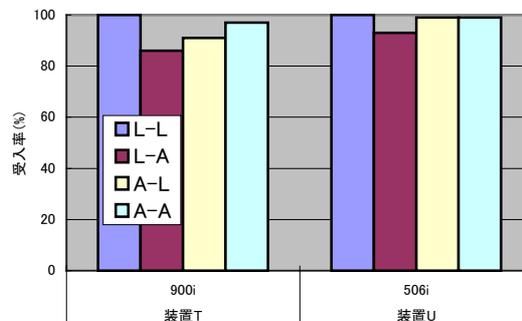


図9 平面紋様3D人工指での照合実験結果

図9よりフラットタイプ人工指から作製した3Dの人工指がスワイプ式センサに非常に高い割合で受け入れられることが確認できた。

## 11.7 考察

### 11.7.1 照合実験1について

装置S、装置T及び装置Uは実験において困難な点はなく、受入率も非常に高い。しかし、装置Uではセンサに対して指を強く押し付けて画像を取得することから、人工指のゆがみが起こり、装置Tに対して照合精度が落ちたと考えられる。これらの結果から本節で示した携帯電話に搭載された指紋照合装置3機種すべてにおいて人工指が受け入れられることが確認できた。特にマネー機能を搭載する携帯電話においては、安全性についてより深く議論する必要があると考えられる。

### 11.7.2 照合実験2について

作製した人工指は二つの機種において非常に高い割合で受け入れられることが確認できた。フラットタイプ人工指を用いてスワイプ式センサに受け入れられやすい人工指が作製できたことから、これまで本人の指を用いて作製した3Dタイプ人工指でなければスワイプ式センサには不向きであると考えてきたが、本人の協力の不必要な3Dタイプ人工指が作製できてしまうということがわかった。

## 11.8 おわりに

本節では、指紋照合技術についてその安全性を議論すること、またバイオメトリクス技術が携帯端末へ搭載されているといった動向からこれまでに我々が行っていない携帯機器に搭載された指紋照合装置3機種について照合実験を行い、これらの装置も人工指を高い割合で受け入れることが確認できた。また、スワイプ式センサに対して使用しづらかったフラットタイプ人工指に厚みを持たせて使用するというを試みた。その結果、これまでのフラットタイプ人工指と比較して格段に使用しやすくなることを確認した。

付録

		装置 S	装置 T	装置 U
指紋読取装置	製造メーカー 名称 型番 製造番号 読取方式	AUTHENTEC EntrePad AES3400 0AF00555 (携帯電話の製造番号) エレクトリックフィールド方式	Authentec EntrePad AES2501 もしくは AES2510 AAF09161 エレクトリックフィールド式	ST マイクロエレクトロニクス (UPEK) TouchStrip™ Solution TCS3-TC41 ---- CMOS active capacitive pixel-sensing
ソフトウェア	製造メーカー ソフトウェア名 照合方式	---- i アプリケーション・応用 API パターンマッチング方式	---- ---- ----	---- ---- ----
備考		携帯電話 (NTT DoCoMo mova F505i) に搭載されている指紋照合装置	携帯電話 (NTT DoCoMo F900i) に搭載されている 指を滑らせるスワイプ型指紋読取装置	携帯電話 (NTT DoCoMo F506i) に搭載されている 指を滑らせるスワイプ型指紋読取装置
参考資料		NTT Docomo Technical Journal, Vol.5, No.3, Dec.2003. NTT ドコモ, デジタルムーバ F505i, <a href="http://505i.nttdocomo.co.jp/product/f505i/index.htm">http://505i.nttdocomo.co.jp/product/f505i/index.htm</a> Authentec, <a href="http://www.authentec.com/">http://www.authentec.com/</a> Technology Analysis:Biometrics Safeguards Mobile Gear, Bank Cards, Nikkei Electronics Asia, <a href="http://neasia.nikkeibp.com/nea/200401/comnet 283391.html">http://neasia.nikkeibp.com/nea/200401/comnet 283391.html</a> NTT ドコモ, i アプリコンテンツ開発ガイド, <a href="http://www.nttdocomo.co.jp/p s/imode/java/pdf/jguidefordo ja3 0 opt 031218.pdf">http://www.nttdocomo.co.jp/p s/imode/java/pdf/jguidefordo ja3 0 opt 031218.pdf</a>	<a href="http://www.ti.com/corp/docs/investor/speeches/2004/3gsm/index.shtml">http://www.ti.com/corp/docs/investor/speeches/2004/3gsm/index.shtml</a> <a href="http://www.authentec.com/products/entrepad.cfm">http://www.authentec.com/products/entrepad.cfm</a>	<a href="http://www.upek.com/products/embedded.asp">http://www.upek.com/products/embedded.asp</a>

※ この仕様表はインターネットなどで調べ独自に作成したものです.