

指紋照合装置は人工指を受け入れるか(その5)

遠藤 由紀子 平林 昌志 松本 勉

横浜国立大学大学院 環境情報学府/研究院

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7

あらまし 我々は、バイOMETリック認証技術の一つである指紋照合技術の安全性を評価する中で、ゼラチンにより作製したグミ製人工指が市販の 11 機種的光学式、静電容量式の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。本報告では、光学式、静電容量式以外の読取り方式(指内散乱光直接読取り方式、感圧式、エレクトリックフィールド方式)を用いた 3 つの装置について実験を行った結果を示す。また、現実的な人工指による不正を想定した人工指の作製方法について検討し、指紋照合装置の人工指に対する脆弱性について検討した結果を報告する。

Can We Make Artificial Fingers That Fool Fingerprint Systems? (Part V)

Yukiko Endo Masashi Hirabayashi Tsutomu Matsumoto
endo@mlab.jks.ynu.ac.jp masashi@mlab.jks.ynu.ac.jp tsutomu@mlab.jks.ynu.ac.jp

Graduate School of Environment and Information Sciences
Yokohama National University

79-7, Tokiwadai, Hodogaya, Yokohama, 240-8501 Japan

Abstract We have already reported that gummy fingers, namely artificial fingers that are easily made of cheap and readily available gelatin, were accepted by extremely high rates by 11 particular fingerprint devices with optical or capacitive sensors. In this paper we report that gummy fingers were accepted by extremely high rates by other fingerprint devices which adopt a scattering optical sensor, a pressure sensor, or an electric field sensor. We also report more realistic ways of making artificial fingers with easily available equipments.

1. はじめに

我々はバイOMETリック認証技術の一つである指紋照合技術について、これまで主として安全性の観点から物理的な指の偽造について検討してきた。その過程において、生体指(人間の指)から直にとった型(直接型)、及びガラス表面などに残った指紋から指紋画像を採取し作製した型(間接型)をもとにしてゼラチンで作製したグミ製人工指(人工的に作製された指のような物体を人工指と呼ぶ)が、それぞれ高い割合で市販の 11 機種指紋照合装置に受け入れられることを実証し、指紋照合装置の安全性につき議論してきた[1]-[6]。また、実際の人工指による不正を考え、グミ製人工指よりも携帯しやすく耐久性がある、シリコーンゴム、導電性シリコーンゴムで人工指を作製し、実験に用いた市販の 11 機種指紋照合装置ではその両方を排除できるものがなかったことを示してきた[7]。残留指紋や押捺指紋などからの人工指作製プロセスが存在することは、指紋照合装置が偽造された指を排除できない場合、利用者の知らないところで人工指が悪用される危険性が高くなるため、非常に大きな問題である。

本報告では、新たに 3 機種指紋照合装置を追加して実験を行い、その結果グミ製人工指が 3 機種ともに高い割合で受け入れられたことを示す。さらに、現実的な人工指による不正を想定し、人工指の作

製方法に着目した実験を行った。直接型方式では型材料を変えた実験を、間接型方式では、指紋画像の採取場所、及び撮影方法を変えた実験を行う。それらの実験の結果及びこれまでの結果をまとめ、指の偽造に対する指紋照合装置の安全性について検討を行う。

2. 指紋照合装置について

2.1 人工指による不正

非対面商取引においての本人確認が要求される中、本人の身体的・行動的特徴を用いて認証を行うバイOMETリック認証が注目されている。バイOMETリック認証は何かを記憶する必要がなく、何も携帯せず認証を行うことができるため、便利である。以前より我々は比較的低価格で精度の高い製品が多数販売されている指紋照合技術に注目してその安全性につき、様々な検討を行ってきた。その結果から、現状では、市販の指紋照合装置にとって指の物理的な偽造による攻撃は大きな脅威であると考えている。指の物理的な偽造は生体指から直接型を作製しなくても、残留指紋や押捺指紋からでも可能である[4]-[7],[13]。そのため、システム管理者やユーザの協力なしに、誰にも知られずに人工指を作製することができる可能性がある。つまり、ユーザの知らないところで人工指が悪用される危険性があるため、大

きな問題である。

2.2 生体検知機能

前節で述べたような指の物理的な偽造への対策として、生体に特有で人工的に作製困難な特徴に関する情報を採取し、照合に用いることがある。例えば、体温、導電率、心拍、誘電率、血圧や、表皮の下の組織である真皮の形状などがある[8]。このように生体であるかどうかを判断する方法は、一般に“live and well detection”（生体検知）機能と呼ばれる[9]。

実際に市販されている指紋照合装置に、この生体検知機能が組み込まれているかどうかは不明なことが多く、組み込まれているとしても、どんな機能であるかはほとんどの場合公開されていない。生体検知機能が装置内に組み込まれていない場合や、その機能が不十分な場合には、人工指を簡単に受け入れてしまう可能性が高い。よって、指紋照合装置に対する人工指の不正利用を防ぐことを目的とする生体検知機能として、人工指に付加することがなるべく困難な生体的特徴を利用する必要があると考えられる。

2.3 指紋照合装置の読取り方式

現在、指紋照合装置センサ部による指紋パタンの採取方式として主流なのは、光学式と静電容量式である。本報告ではこれまで検討してきた11機種の光学式及び静電容量式の装置の他に、新たに指内散乱光直接読取り方式[10]、感圧式[11]、エレクトリックフィールド方式[12]で指紋を採取する3機種の装置を加えて検討を行った。図1に指内散乱光直接読取り方式のセンサの概要を、図2にエレクトリックフィールド方式のセンサの概要を示す。

3. 人工指の作製実験

3.1 従来の結果

これまでの報告で、直接型方式でも間接型方式でも、作製した人工指が高い割合で11機種の指紋照合装置に受け入れられたことを示してきた。直接型方式、間接型方式での人工指の作製方法をそれぞれ付録1, 2に示す。このような人工指の作製方法としては、報告してきた方法以外にも様々考えられる。特に高度な技術を持たない攻撃者を想定すると、人工指作製に用いる材料や器具は身近なものであると考えられ、比較的安価で入手しやすいものを使うことが予想される。そこで我々は、簡単に手に入る様々な材料を用いて、容易な方法により人工指を作製する方法についても検討する必要があると考え、携帯電話の液晶部分及び本体部分に残った残留指紋をデジタルカメラで撮影して作製したグミ製人工指が指紋照合装置に対して高い割合で受け入れ

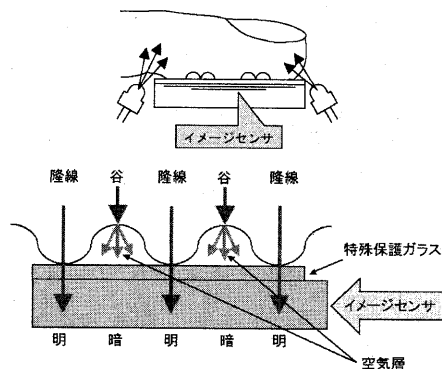


図1 指内散乱光直接読取り方式[10]

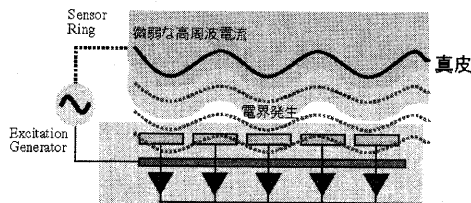


図2 エレクトリックフィールド方式[12]

られたことを報告してきた[13]。

本報告では更に、人工指や型の材料、用いる機器をいろいろなものに変えて実験を行う。以下に行った実験を述べていく。

3.2 直接型方式：実験1

型となる材料に、作製したい人工指のもととなる指を押し付けて型を作製する方法であり、例えば酔っ払って意識を失っているユーザなどから、直接型を作製し、不正利用されることなどが考えられる。これまでに、直接型方式においてはプラスチック粘土を型材料に用いて、そこから作製したグミ製人工指が高い割合で市販の11機種の指紋照合装置に受け入れられることを示してきた[2][3][6]。

本実験では、誰にでも手に入る型材料をいくつか試してグミ製人工指を作製する。このようにして作製したそれぞれの人工指で、不正利用の観点から検討するために、L-Aのパタン(“-”の前を登録に用いた指、後を照合に用いた指とし、“L”は生体指、“A”は人工指を表す)で各10回ずつ、14機種の装置で照合を行う。用いた14機種の指紋照合装置はこれまでの報告[1]-[7]で用いてきた11機種の装置に、新しく指内散乱光直接読取り方式、感圧式、エレクトリックフィールド方式で指紋を採取する3機種の装置(順に装置O, P, Qとする)を加えたものである(注: 本報告で追加した3機種は報告[13]で用いたものとは異なる装置である)。用いた装置と実験条件を付

録3に示す。

新しく追加した装置 O, P, Q については、これまでの報告[2], [3], [6]と比較するためにプラスチック粘土型から作製したグミ製人工指でそれぞれ L-L, L-A, A-L, A-A の4ボタンで各100回ずつの照合も行った。以下、型の材料と作製方法について示す。

型材料と型の作製方法

次に示す型材料1, 2, 3を用いて型を作製し、グミ製人工指を作製する。型材料2は子供向けの玩具であり、東急ハンズ等で購入することができる。型材料3は、型をとる材料として容易に思いつくと考えられる歯科用の印象材である。グミ製人工指の作製方法については付録1に示したとおりである。型材料と型の作製方法をそれぞれ以下に示す。

- ・型材料1: プラスチック粘土

付録1に示す。

- ・型材料2: 玩具“おゆまる”

販売元: 株式会社 ヒノデワシ

80℃以上のお湯に3分程度つけるとやわらかくなる性質をもつ。

型の作製方法:

- ① 沸騰したお湯におゆまるを1つ入れ、3分程してやわらかくなったら、取り出す。
- ② 丸めたものに指を押し付ける。指はすぐに離すことができる。

- ・型材料3: 歯科用アルギン酸塩印象材

“アルジュースーパー”(ファストセット グリーン)

販売元: 株式会社 ユーデント

歯科用の型とり材として広く用いられている。硬化開始までの時間が短く、手際よい作業が求められる。

型の作製方法:

- ① アルジュースーパー6.9gに水を16.5ml加えて20～30秒、手早く練和する。
- ② 丸めたものに指を押し付け3分程して指を離す。

3.3 間接型方式: 実験2

残留指紋から指紋画像を得て、フォトリソグラフィ技術を用いて基盤を作製し、それを型として人工指を作製する方法である。ユーザに知られないように、どこから残留指紋を採取し、そこから型及び人工指を作製して、不正に利用される可能性があると考えられる。

本報告ではより現実的な不正を考え、指紋画像をどこから採取するかという点と、何を用いて撮影するかという点について検討を行う。既に、報告[13]にて、携帯電話の液晶部分及び本体部分に残った残留指紋をデジタルカメラで撮影した場合に、非常に受入率のよいグミ製人工指が作製可能であったことを報告してきた。そこで本報告では、ガラス板に残った残留指紋を撮影する際に、デジタルカメラ以外にも安価に手に入る撮影装置を用いて、型を作製する。また、携帯電話以外で残留指紋が残しやすいと思われる対象についても残留指紋の採取を行い、

表1 間接型方式での指紋採取方法

撮影手段\指紋の採取場所		ガラス板	CD	コップ
デジタルカメラ	200万画素 接写10cm	①	③	④
携帯電話のデジタルカメラ (びた@レンズ付き)	30万画素 接写5cm	②	—	—

型を作製する。そして、それぞれの型から作製したグミ製人工指が14機種の指紋照合装置に受け入れられるかどうか調べる。

行う実験を表1に示す。表中の①～④について実験を行った。それぞれの実験において作製した型で作製したグミ製人工指で、3.2節と同様に、L-Aのボタンで各10回ずつ、14機種の装置で照合を行う。以下、撮影手段、残留指紋の採取場所の順に述べていく。

3.3.1 残留指紋の撮影手段

次に示す撮影手段1, 2を用いて指紋画像を撮影した。撮影手段1は3万円程度のデジタルカメラで撮影する方法である。以前の報告[13]で用いたデジタルカメラよりも低価格であり、多くの電器店等で購入できる。撮影手段2は携帯電話に搭載されたデジタルカメラで撮影する方法である。最近では、携帯電話に搭載されたデジタルカメラでもマクロ撮影ができるものが販売されてきている。本報告では、そのようなマクロ撮影機能をもつ製品を選んだ。また、撮影の際、びた@レンズというマクロ撮影用のレンズを取り付けることにした。これは数回の取り外しが可能な使い捨てレンズであり、携帯電話のデジタルカメラ向けに販売されている。

この2通りの撮影手段を用いてガラス板に残った残留指紋を撮影し、付録2に示す方法で型を作製する。以下に2つの撮影手段を示す。

- ・撮影手段1: デジタルカメラ Sony Cyber-shot DSC-P2 (3万円程度)

光学・デジタルズームが最大で6倍、有効画素数は200万画素で、最短10cmの接写機能をもつ。

- ・撮影手段2: 携帯電話 J-PHONE J-SH52 に搭載されているデジタルカメラ

有効画素数が31万画素で最短5cmの接写機能をもつ。このモバイルカメラにびた@レンズ(システムアドバンス株式会社・パッケージテクノロジー有限会社、3つで380円)をつけて撮影を行った。

3.3.2 残留指紋を採取する場所

残留指紋の採取対象を以下の3通りとして撮影を行った。

- ・採取対象1: ガラス板(スライドガラス, 76mm×26mm×1mm程度)

理科の実験などで使われるスライドガラスについて残留指紋を採取する。この場合は、報告[4], [5]と同様にシアノアクリレート系の接着剤と一緒に密閉した容器に入れて、残留指紋の強調を行う。

表2 実験1(直接型方式)の結果1

直接型\装置	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	O	P	Q
プラスチック粘土型	10/10	10/10	10/10	9/10	10/10	9/10	9/10	10/10	8/10	10/10	10/10	98/100	91/100	100/100
おゆまる	9/10	10/10	9/10	10/10	10/10	9/10	10/10	8/10	7/10	10/10	9/10	9/10	10/10	10/10
アルギン酸塩印象材	10/10	10/10	10/10	10/10	8/10	8/10	8/10	10/10	7/10	9/10	10/10	10/10	10/10	10/10

表3 間接型方式での撮影手段についての実験結果

撮影手段\装置	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	O	P	Q
デジタルカメラ	10/10	10/10	10/10	10/10	7/10	8/10	9/10	9/10	9/10	9/10	10/10	9/10	10/10	10/10
携帯電話のデジタルカメラ	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	8/10	10/10	8/10	7/10	10/10	10/10	9/10	8/10	10/10

表4 間接型方式での残留指紋の採取対象についての実験結果

指紋の採取対象\装置	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	O	P	Q
ガラス板	10/10	10/10	10/10	10/10	7/10	8/10	9/10	9/10	9/10	9/10	10/10	9/10	10/10	10/10
CD	10/10	10/10	10/10	10/10	10/10	8/10	8/10	10/10	10/10	10/10	10/10	9/10	10/10	10/10
コップ	10/10	10/10	10/10	10/10	8/10	8/10	10/10	10/10	9/10	10/10	10/10	9/10	10/10	10/10

- ・採取対象2: CD(コンパクトディスク)の裏面
CDの裏面から残留指紋を採取する。この場合はガラス板の時のようにシアノアクリレート系の接着剤で強調をしても表面がキラキラしているため撮影が難しい。そこで、プリンタのトナーを凡天(耳掻きの先のフサフサ)を用いて残留指紋につける。それを幅の広いセロテープ等ではがしとり、白い紙にはったものをデジタルカメラで撮影することにした。
- ・採取対象3: ガラスのコップの外側表面
ガラスのコップの外側表面部分から残留指紋を採取する。この場合もコップ表面が曲面のため撮影が難しい。そこでCDの撮影時と同様に、残留指紋をトナーで強調して白い紙に写し取る方法をとった。

この3通りの採取対象についてデジタルカメラ(Sony Cyber shot DSC-P2)でそれぞれの残留指紋の撮影を行った。そして、そこから付録2に示す方法で型を作製する。

4. 実験結果

4.1 実験1の結果

それぞれの型から作製した人工指の14機種(装置)に対する受け入れ回数を表2に示す。プラスチック粘土型、おゆまる型、アルギン酸塩印象材型から作製したグミ製人工指は、全ての指紋照合装置に最低でも7回受け入れられた。また、新しく追加した3機種(装置)についての実験結果を図3に示す。グミ製人工指は、追加した3機種(装置)に高い割合で受け入れられた。

4.2 実験2の結果

4.2.1 残留指紋の撮影手段の影響

まず、残留指紋の撮影手段についての照合結果を表3に示す。これは表1の①、②の実験結果である。デジタルカメラ及び携帯電話のデジタルカメラ(びた@レンズ付き)を用いて作製した人工指は

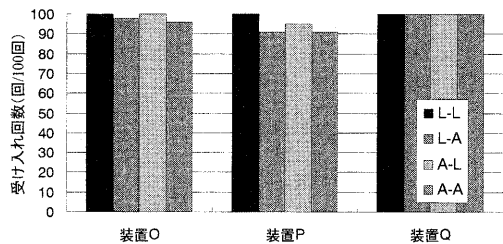


図3 実験1(直接型方式)の結果2

両方の場合において14機種(装置)で最低でも7回受け入れられた。

デジタルカメラでは、報告[13]よりも性能が劣るとはいえ、鮮明な指紋の隆線が撮影できた。携帯電話に搭載されたデジタルカメラでは、光の加減が難しく撮影に手間がかかり、画像処理にも多く時間がかかった。

4.2.2 残留指紋を採取する場所の影響

次に、残留指紋の採取対象についての照合結果を表4に示す。これは表1の①、③、④の実験結果である。CD、ガラスのコップから作製した人工指でも、14機種(装置)全てで最低でも8回受け入れられた。

5. 考察

5.1 実験1に関する考察

装置O~Qでの照合結果より、グミ製人工指は光学式や静電容量式のセンサ以外の指内散乱光直接読み取り方式、感圧式、エレクトリックフィールド方式で指紋を採取する指紋照合装置についても有効であることがわかった。

また、本実験は被験者1名で、L-Aでの照合10回という小規模なものであったが、プラスチック粘土以外の材料を直接型の材料に用いて、グミ製人工

指を作製しても、指紋照合装置に高い割合で受け入れられることがわかった。

それぞれの型材料について考察する。おゆまるは80℃以上のお湯に入れるとやわらかくなるが、プラスチック粘土や歯科用アルギン酸塩印象材に比べるとかなり硬い。そのため、指を強く押し付けねばならず、精巧な型がとれていない可能性がある。だが、指を押し付けた後すぐに指を取り外すことができ、使いやすい。一方、アルギン酸塩印象材は、歯科用の型取り材で、一般の人でも購入することができる。しかし、型の作製には多少の練習が必要である。この製品は硬化までの時間が非常に短いため、手際よく作業を行わねば失敗してしまう。また、型が完全に乾くまでには他の材料よりも時間がかかってしまい、できた型もぼつぼつと小さな穴があくことがあり、もろい。このような材料を用いて人工指を作製しても、指紋照合装置に高い割合で受け入れられてしまうということとは、大きな問題であるといえる。

5.2 実験2に関する考察

5.2.1 残留指紋の撮影手段の影響

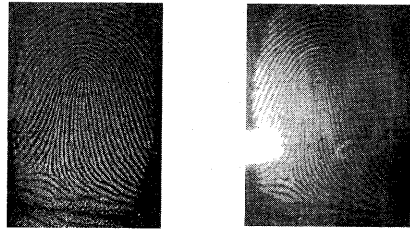
3万円程度のデジタルカメラと携帯電話のデジタルカメラ(びた@レンズ)では、画素数やズーム機能の有無等の性能の違いがある。本実験結果を見る限りでは、30万画素程度で、接写機能をもつデジタルカメラであれば、それを用いて撮影した指紋画像から作製した人工指が指紋照合装置に受け入れられると考えられる。

図4にそれぞれで撮影した指紋画像を示す。どちらの場合も指紋の隆線が鮮明に撮影できている。しかし、携帯電話のデジタルカメラの画像では光が入ってしまい、一部分指紋の見えないところがある。さらに、カメラのレンズが写ってしまっている。このような違いがあったにも関わらず受け入れられたということは、この程度の画像が撮影できれば、画像処理で修正可能であったと考えられる。

また、実験の際デジタルカメラでは光の加減を気にせず容易に撮影でき、画像処理にかかる時間も少ない時間ですんだ。それに比べ携帯電話のデジタルカメラでは、照明がうまくあたるよう工夫をして撮影する必要があり、画像処理にも時間がかかった。そのため、現時点ではデジタルカメラを用いる方が現実的と考えられる。しかし、今後技術が発展していくにしたがって、携帯電話により性能の高いデジタルカメラが搭載されていくことは間違いないであろう。そうなれば、より指紋照合装置への不正の可能性が高まると考えられる。

5.2.2 残留指紋を採取する場所の影響

次に、CDとガラスのコップのそれぞれから指紋画像を採取した実験について考察する。作製したグミ



(a) デジタルカメラ (b) 携帯電話のデジタルカメラ

図4 撮像した指紋画像

製人工指が、全ての指紋照合装置に高い割合で受け入れられたことから、身近なものから残留指紋を採取して不正が行われる可能性があるということがわかった。コップなどの曲面の場合も、トナーなどの細かい粉末で強調を行い、粘着性のテープで写し取る方法を用いれば、容易に指紋画像の撮影が行える。これより、身近なものから残留指紋を採取して人工指を作製して不正を行うということが実際に起こり得るといえるであろう。

6. まとめ

新たに、指内散乱光直接読み取り方式、感圧式、エレクトリックフィールド方式の読み取りセンサをもつ3種類の指紋照合装置に、グミ製人工指が受け入れられるかどうか実験を行い、その結果3機種ともに高い割合で受け入れられたことを示した。

さらに、人工指の作製方法に着目し、直接型方式では型材料をかえた実験を、間接型方式では、残留指紋の撮影対象、及び撮影手段を変えた実験を行い、市販の14機種の指紋照合装置に高い割合で受け入れられることを実験により示した。

これまでの結果を総合すると、身近なところに残っている指紋をデジタルカメラ等の身近な機器で撮影し、フォトリソグラフィ技術を用いて型を作製して、そこから作製したグミ製人工指は、市販の指紋照合装置に容易に受け入れられるといえる。指紋照合装置を使用する際は、この指紋照合装置の脆弱性について十分に考慮していく必要がある。

本研究は一部分、文部科学省科学研究費補助金特定領域研究13224040(松本勉)の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] 山田浩二, 松本弘之, 松本勉, “指紋照合装置は人工指を受け入れるか,” 信学技報, ISEC2000-45, pp.159-166, 及び, 情報研報, Vol.2000, No.68, pp.159-166, 2000.
- [2] 山田浩二, 松本弘之, 松本勉, “指紋照合装置は人工指を受け入れるか(その2),” コンピュータセキュリティシンポジウム2000, 予稿集 Vol.2000, No.12, pp.109-114, 2000.
- [3] 山田浩二, 松本弘之, 松本勉, “指紋照合装置は人工指を受け入れるか(その3),” 2001年暗号と情報セキュリティシンポジウム, Vol.II, pp.719-724, 2001.
- [4] 星野哲, 松本弘之, 松本勉, “指紋画像からの人工指作製,” 信学技報, ISEC2001-60, pp.53-60, 2001.

- [5] 星野哲, 遠藤由紀子, 松本弘之, 松本勉, “指紋画像からの人工指作製(その2),” 2002年暗号と情報セキュリティシンポジウム, Vol.II, pp.821-826, 2002.
- [6] Tsutomu Matsumoto, Hiroyuki Matsumoto, Koji Yamada and Satoshi Hoshino, “Impact of Artificial “Gummy” Fingers on Fingerprint Systems,” Proceedings of the conference Optical Security and Counterfeit Deterrence Techniques IV, Part of IS&T/SPIE’s Electronic Imaging 2002, 2002.
- [7] 遠藤由紀子, 松本勉, “指紋照合装置は人工指を受け入れるか(その4),” コンピュータセキュリティシンポジウム2002, 予稿集 Vol.2002, No.16, pp.245-250, 2002.
- [8] Ton van der Putte and Jeroen Keuning, “Biometrical Fingerprint Recognition: Don’t Get Your Fingers Burned,” SMART CARD RESEARCH AND ADVANCED APPLICATIONS, IFIP TCS/WG8.8 Fourth Working Conference on Smart Card Research and Advanced Applications, pp.289-303, Bristol, United Kingdom, 2000.
- [9] Anil Jain, Ruud Bolle and Sarath Pankanti, Biometrics-Personal Identification in Networked Society, Kluwer Academic Publishers, 1999.
- [10] NEC Solutions, <http://www.sw.nec.co.jp/pid/>
- [11] BMF, <http://www.bm-f.com/jp/JTop.html>
- [12] Authentec, <http://www.authentec.com/>
- [13] 青山奈保子, 遠藤由紀子, 平林昌志, 太田和夫, 松本勉, “指紋画像からの人工指作製(その3): デジタルカメラを用いた場合,” 2003年暗号と情報セキュリティシンポジウム, Vol.I, pp.393-398, 2003.

付録1: 直接型方式によるグミ製人工指の作製方法

型材料: プラスチック粘土 “自由樹脂”
 販売元: ダイセルクラフト株式会社
 グミ製人工指材料: 板ゼラチン “ゼラチンリーフ”
 販売元: マルハ株式会社
 60度以上に熱したお湯の中に適量のプラスチック粘土を入れてやわらかくする。取り出してまるめたものに指を押し付けて5分ほどして指を離す。このようにして作製した型に40%ゼラチン水溶液を加熱して溶かし、流し込む。10分程冷やして硬化させ取り外す。

付録2: 間接型方式によるグミ製人工指の作製方法

型材料: ポジ感光基板 10K
 グミ製人工指材料: 板ゼラチン “ゼラチンリーフ”
 補助的に利用した材料・装置: インクジェットプリンタ, OHP シ

ート, 紫外線ランプ, 現像液, エッチング液
 型の作製はフォトリソグラフィ技術を用いて行った。型の作製プロセスを図5に示す。このようにして作製した型を用いて付録1と同様にグミ製人工指を作製する。

付録3: 使用した装置について

実験で使用した14種の指紋照合装置を表5に示す。この表は、装置に付属のマニュアルやインターネットで公開されている情報などをもとに独自に調査して作成したものである。いずれもネットワーク端末用の小型指紋照合装置で、装置A~Kは報告[3]-[7]で用いたものと同じのものである。装置O~Qは本報告で新たに用いたものである。現状の実験方法では同一機種の装置台数が1台であり、被験者の数も少ないため、各社の性能を定量的に評価するまでには至っておらず、実験結果によって各装置の性能の優劣を比較できるものではない。各実験は次の条件で行った。

—実験条件

- 被験者は1名で登録する指は1本とする。
- 指の登録時、照合時ともに提示する指紋の中心がセンサの中心に来るように意識する。
- 登録に失敗する場合は20回まで登録作業を許す(20回以上登録に失敗した場合は登録不可能とする)。
- 照合方式は基本的に1対1照合(verification)とし、1対1照合ができない装置では、1対多の照合(identification)を行う。
- 照合レベルは最も厳しく設定する。
- 人工指の使用は基本的に一人の実験者が行い、人工指はセンサ形状に応じて加工できるものとする。
- 照合結果は、各指紋照合装置のソフトウェアを利用する。

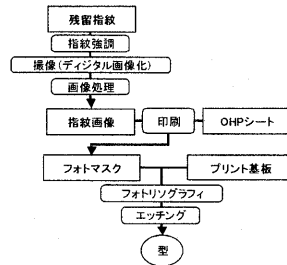


図5 残留指紋からの型の作製

表5 実験に使用した指紋照合装置の一覧

	指紋入力装置(製造メーカー, 名称, 型番, 製造番号, 読み取り方式)	指紋照合ソフトウェア(製造メーカー, ソフトウェア名, 照合方式)
A	COMPAQ, Fingerprint Identification Reader, 不明, E03811US001, 光学式	COMPAQ, Fingerprint Identification Technology Software Version1.01, マニユーシャ方式
B	三菱電機, 三菱小型指紋照合装置, FPR-DTmkII, 003136, 光学式	住金イズミコンピュータサービス, SecFP V1.11, 不明
C	NEC, 指紋認証ユニット(プリズム), N7950-41, 9Y00003, 光学式	NEC, SecureFinger 指紋認証基本ユーティリティV2.0, マニユーシャ方式(特徴点とリレーション方式)
D	オムロン, 指バス指紋センサユニット, FPS-1000, 90500854, 光学式	オムロン, 指バスU.are.U指紋照合システムソフト, マニユーシャ方式
E	SONY, Sony Fingerprint Identification Unit, FIU-002-F11, 00709, 光学式	富士通, Fingerprint Identification Unit Windows95 Interactive Demo version 1.0 Build13, パターンマッチング方式
F	富士通, 指紋認証装置 Fingsensor, FS-200U, 00AA000257, 静電容量式	富士通, ログオン for Fingsensor V1.0 Windows95/98版, マニユーシャ方式(特徴点法)
G	NEC, 指紋認証ユニット(シリアル), PK-FP002, 03005295, 静電容量式	NEC, SecureFinger 指紋認証基本ユーティリティV2.0, マニユーシャ方式(特徴点とリレーション方式)
H	SIEMENS Infineon Technologies, FingerTIP EVALUATION KIT, EVALUATION KIT, C98451-D6100-A900-4, 静電容量式	SIEMENS Infineon Technologies, Fingertip Software Development Kit(SDK) Version:V0.90, Beta3 "Demo Program", マニユーシャ方式
I	SONY, Sony Fingerprint Identification Unit, FIU-710, 3000398, 静電容量式	システム ニーズ, Good-bye パスワードS, パターンマッチング方式
J	Secugen, EyeD マウスII, SMB-800, 9650172004, 光学式	日本セキュアジェネレーション, SecuDesktop 1.55 日本語版, マニユーシャ方式
K	Ethentica, ethenticator MS 3000 PC Card, MS 3000, M300F200991, 光学式	Ethentica, Secure Suite Release1.0, マニユーシャ方式
O	NEC, 指紋認証ユニット(USB), PU800-01, 0260010211A3, 指内散乱光直接採取方式	NEC, SecureFinger 指紋認証基本ユーティリティV5.0, マニユーシャ方式(特徴点とリレーション方式)
P	BMF, Real-time Fingerprint Processing System, SDK-20, 208023, 感圧式	BMF, Software Development Kit(SDK-20), 不明
Q	System TALKS, USB接続コンパクト指紋照合センサ, USB-FID10, 不明, エレクトリックフィールド方式	AuthenTec, FingerLoc Aware Demo App, 不明