

「握る」という行為を用いた個人認証システム

佐藤 勝規 佐藤 究 小笠原 直人 布川 博士

岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1. はじめに

近年注目されている個人認証に、バイオメトリクス（生体情報）を用いた方式がある。バイオメトリクスは生理的特徴（指紋、顔など）を用いたものと動作的特徴（声紋、署名など）を用いたものの二つに分類することができる。生理的特徴による認証は、パスワードの記憶などの煩雑さ、所有物の紛失や偽造を解消するとともに、なりすましが困難という長所を持つ。しかし生理的特徴の問題点として、（1）変更不可能性、（2）登録への精神的抵抗、（3）意識喪失時の脆弱性、（4）コスト面、などがあげられる。また、動作的特徴による認証は、変更可能であり、意識喪失時の脆弱性がなく、非常に柔軟な認証が可能である。しかし動作的特徴の問題点として、（5）認証率、（6）コピーされる危険性（なりすまし）、などがあげられる。

本論文では、生理的特徴と動作的特徴を組み合わせることにより、上記の問題点を解決する、握るという行為を用いた個人認証装置の提案および開発について述べる。

2. 把握認証システム

2.1. 把握動作による認証

生理的特徴と動作的特徴を組み合わせた認証手法が既にいくつか研究されている [1]。しかし、[1]の手指動作による個人認証では、動作の盗み見によるなりすましに対応するため、他人にはない個人特有かつ再現性の高い動作を登録しておく必要があり、判別すべき利用者が多い場合実用的ではない。そこで我々は、上記の問題点と [1]の問題点を解決する、生理的特徴と動作的特徴を組み合わせた認証手法を開発するにあたって、「人間が物体を握る」という動作に着目した。握るという動作は普段から日常的で行う行為であり、把握動作に使用される「手」にはその大きさ、形状に個人差があるため生理的特徴を抽出することが可能である。また、把握動作は他人が見ても力の分布、時間的変化がわかりにくいという動作的特徴をもつ。これらのことから、上記の問題点、（1）変更不可能性、（2）登録への精神的抵抗、（3）意識喪失時の脆弱性、（6）コピーされる危険性を解決可能と思われる。特に（6）に関して、握る動作は入力中の録音や盗撮の影響がないため [1]の問題点である動作が見られることへの影響がなく、なりすましに有効であると考えられる。

2.2. 把握認証システム

我々が現在研究を進めている把握認証システムの構成

Personal verification system with the act of "grasping"
Katsunori Sato, Kiwamu Sato, Naohito Ogasawara, Hiroshi Nunokawa · Iwate Prefectural University

を図1に示す。圧力センサを埋め込んだ入力デバイスをユーザが把握することにより、圧力分布と圧力変化の時間推移を把握動作データとして収集することが可能である。圧力分布からは生理的特徴である手の大きさと形状、圧力変化の時間推移からは動作的特徴である握り方の変化を得ることが可能と考えられる。実際の認証では、まず本システムを用い把握動作を登録する。認証時には登録したデータとの照合処理を行い、類似度がしきい値以下なら本人と認証する。

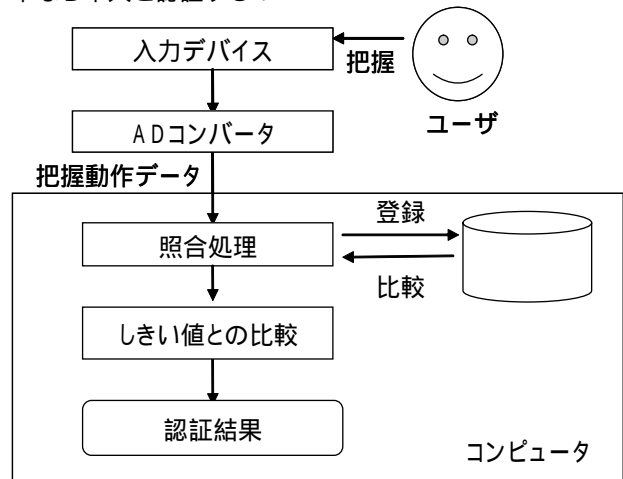


図1 把握認証システム構成

2.3. 入力デバイス

今回試作した入力デバイスは圧力センサをシリコンゴムに16個埋め込んだ、拳大のものである（図2）。入力デバイスの表面には溝をつけ、ユーザが自由な形で、かつ毎回同様な握り方をできるように考慮した。また、多くの圧力を収集可能とするため、溝にそって圧力センサを配置した。本デバイスは右手による把握動作を基本としてデザインを行った（図3）。入力デバイスから得られる把握動作のデータの諸元を表1に示す。



図2 入力デバイス

分解能	256 段階
ch (圧力センサ) 数	16ch
サンプリングレート	650Hz
サンプリング時間	3 秒間

表 1 入力デバイスの諸元

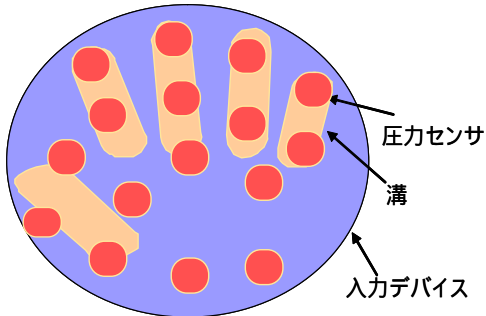


図 3 圧力センサの配置

3. 照合手法

握るという動作にともなう圧力とその時間分布は同一人物のものでも、その都度変動し非線形に伸縮する。これに対応した照合を行うには、照合を把握動作データの照合アルゴリズムにはDPマッチングを採用した。

今回使用したDPマッチングの定義を以下に示す。

入力把握動作データを A 、登録把握動作データを B とすると、各 ch からの時系列圧力データは、

$$Ach = a_1 a_2 a_3 \dots a_i \dots a_l \quad Bch = b_1 b_2 b_3 \dots b_j \dots b_l$$

と表される。 a_i, b_j はベクトル表現であり、 I, J は 1950 である。 $d(i, j)$ は a_i と b_j ベクトル間の局所距離、 $g(i, j)$ は格子点 (i, j) に至るまでの $d(i, j)$ の部分積である。また、以下の ~ の条件で、同じ ch ごとに距離 $D(Ach, Bch)$ を算出する。

初期条件 $g(0, 0) = d(0, 0)$

整合窓条件 1 秒間

距離 $g(I, J) / (I + J)$

入力データ間と登録データ間の類似度 $S(A, B)$ は次式で求まる。

$$S = \sum_{ch=1}^{16} D(Ach, Bch)$$

局所距離を用いるので、類似度 S の値が小さいほど、類似していることとなる。

4. 予備実験

4. 1. 実験方法

(1) 被験者は毎回同様の圧力分布、圧力変化の時間推移で握ることが可能であるか。(2) 握る動作が他人に真似しづらく、なりすましに対して有効であるか。(3) (1)(2) をふまえ、実用的なしきい値を設定することが可能であるか。以上の3点を検証するために、被験者 12 人 (男性 10 人、女性 2 人) で、予備実験をおこなった。被験者は、10 回程度の練習後、自分で決定した把握動作データ (本人把握動作) を 5 個登録した。また、登録の際に観察者を設け、観察者は被験者の登録を観察し、真似をした把握動作 (偽把握動作) を 3 回おこなった。

4. 2. 実験結果

各被験者の本人把握動作、偽把握動作、他人把握動作を相互に照合し、類似度を算出した。被験者 7 人の類似度の平均を表 2 に示す。被験者 A~F は男性、被験者 G, H は女性である。

本人把握動作類似度平均は 5 個の本人把握動作データの相互の類似度の平均、偽把握動作類似度平均は 5 個の本人把握動作と 3 個の偽把握動作データの相互の類似度の平均、他人把握動作類似度平均は 5 個の本人把握動作から 1 つ選び、他の各被験者 (11 人) の本人把握動作の 1 つとの類似度の平均である。

4. 3. 考察

表 2 より、すべての本人把握動作の類似度平均値が偽把握動作と他人把握動作より小さいことがわかる。このことから、把握動作には再現性があり、なりすましに対して有効であることがわかった。また、本人把握動作の類似度と偽把握動作、他人把握動作の類似度の差の大きさから、実用的なしきい値を設定し、握るという行為を用いた個人認証システムは実現可能であると言える。

被験者	A	B
本人把握動作類似度平均	174	303
偽把握動作類似度平均	1254	2048
他人把握動作類似度平均	1953	2256

D	E	F	G	H
452	263	382	277	620
2060	1653	3638	2869	2493
2243	2593	5373	2081	3350

表 2 実験結果

5. まとめ

本稿では、握るという行為を用いることで、バイオメトリクスにおける問題点を解決する手法を提案し、把握動作を用いての認証システムの実現可能性を示した。本稿の照合手法は各 ch の時系列圧力データに DP マッチングを行う単純なものであるが、この手法で個人認証システムの実現性を十分に示すことができた。

現在、より多くの被験者による相互比較、時間をおいての把握動作の再現性の検証、実用的なしきい値の設定の実験を引き続き行っている。また、生理的特徴を独立したデータとして抽出し、認証に利用する手法を考察中である。照合手法の改良として、時系列圧力データからピーク値、平均値などのパラメータを用いた手法と DP マッチングを用いた手法を組み合わせた手法の検討をおこなっていく [2]。

参考文献

- [1] 長田礼子, 尾崎哲, 青木輝勝, 安田浩手: “手指動からの特徴抽出によるリアルタイム個人認証”, 信学論(D-), Vol. J84-D- No.2, pp258-264, Feb. 2001
- [2] 野中俊宏, 菊地真美, 赤松則男: “署名時の筆圧情報に基づく個人認証”, 信学技報, HIP2000-19, pp.7-12, 2000.