

複数回試行の顔照合を用いた1対多本人確認に関する一考察

A Study of One-to-Many Personal Identification using Multiple Face Recognition Results

佐藤 俊雄[†] 横井 謙太郎[†] 助川 寛[†] 岡崎 彰夫[†] 渡辺 貞一[‡]
 Toshio SATO Kentaro YOKOI Hiroshi SUKEGAWA Akio OKAZAKI Sadakazu WATANABE

I-35

1 まえがき

バイオメトリクスの一つである顔照合技術は、非接触で人物を確認できるという特長を持っている。この特長を生かして、監視カメラで見られている程度のユーザの意識で、本人と確認できる顔照合システムの実現が求められている。

このようなシステムを実現するためには、まず、従来の本人確認におけるID入力による登録データの選択を不要にしなければならない。この場合には複数の登録データと比較して対象を同定(これを1対多照合と呼ぶ)する必要がある[1]。さらに、本人誤排除を低減する効果がある登録データの随時更新[2]など、ユーザの操作を前提とする方法は、このようなシステムには適用が困難である。したがって、初期状態の登録データのままで誤認識を低減する方法を検討することが望ましい。

本報告では、1対多照合で本人を確認するシステムにおいて、複数回の照合結果を用いて本人誤排除率を低減する方法を検討し、ユーザに意識させない顔照合システムの実現可能性を示す。

2 IDを入力しない本人確認 [1]

バイオメトリクス情報は個人に特有であるため、ID番号を入力して登録データを選択することなく、個人を特定確認できることが望ましい。本報告では、未知の人物の入力データに対して、 N 個の登録データから最も近いものを選択し、それが閾値 THR 以上の類似度であれば、登録データのユーザとして認証することを考える。

IDを入力しない1対多照合の動作については表1に示す5種類に分類することができる。このような動作分類に従って、本人排除率と他人受入率を検討する。他人受入率については、別の登録ユーザと誤って判断される率(FAR_{m1})と、登録外メンバに対する誤受入率(FAR_{m2})とを区別する必要がある。本人排除率 FRR_m と、この2種類の他人受入率 FAR_{m1} および FAR_{m2} を次の様に定義する。

$$FRR_m = \frac{(動作 B) + (動作 C)}{(動作 A) + (動作 B) + (動作 C)}$$

$$FAR_{m1} = \frac{(動作 B)}{(動作 A) + (動作 B) + (動作 C)}$$

$$FAR_{m2} = \frac{(動作 D)}{(動作 D) + (動作 E)}$$

3 複数回の顔照合結果を用いた本人確認

顔照合を複数回試行した場合の照合結果から本人を確認する方法について考える。ここでは、式(1)に示すよ

表1 IDを入力しない1対多照合における動作の分類

動作の分類	入力	判定	動作の正誤
動作 A	登録メンバ	本人として受入	正
動作 B	登録メンバ	登録メンバの他人として受入	誤
動作 C	登録メンバ	登録メンバに合致せず排除	誤
動作 D	登録外メンバ	受入	誤
動作 E	登録外メンバ	排除	正

うに、現在の照合を含めた過去 c 回の類似度から最大値を求めて、本人確認の判断を行うことを検討する。

$$sim_{total}(i) = \max_{k=1,c} \{sim_k(i)\} \quad (1)$$

FRR_m は、人物 $ID = i$ の連続試行に対して、正しい $ID = i$ の登録データに対する類似度の最大値 $sim_{total}(i)$ が閾値 THR 以下となる率として求める。一方、本人 i 以外の任意の $ID = j$ に対して、 $sim_{total}(i) < sim_{total}(j)$ 、かつ $sim_{total}(j) > THR$ となる場合には、誤受入として FAR_{m1} または FAR_{m2} を求める。

複数回の顔照合を行なうシステムのモデルを図1に示す。モデルAでは、人物Pが複数存在する端末 k で顔照合を行う場合で、得られる類似度 $Sim_k(i)$ の最大値として $Sim_{total}(i)$ が求められる。モデルBでは、人物Pが1台の端末で c 回照合を行う場合であるが、これについても複数の類似度 $Sim_k(i)$ から $Sim_{total}(i)$ が求められる。

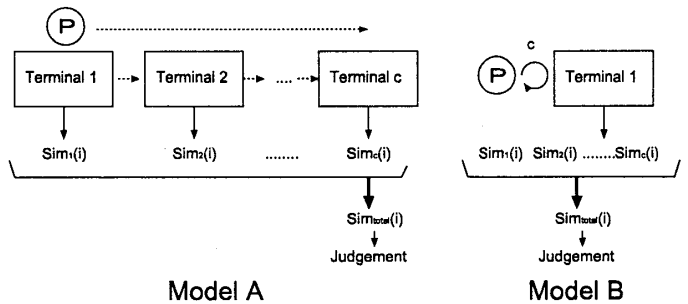


図1 複数回の顔照合を行なうモデル

4 1対多照合のシミュレーション実験

顔画像データを実験装置を用いて長期間収集し、1対多照合と複数回試行の照合に関するシミュレーション実験を行なう。実験装置は、ビデオカメラ(東芝 IK-TU-40D)と8.4型カラー液晶ディスプレイを搭載しており、カメラでとらえた映像をビデオキャプチャカード(アイオーデータ GV-VCP2M/PCI)を介してPC(Pentium III 700MHz)が収集するとともに、画像をディスプレイに表示している。カメラは液晶ディスプレイの下端から40mm下の位置に、上向き30度で取り付けられている。この実験装置を利用して6カ月間運用を行い、11試行以上の利用実績のある75名の被験者に対して合計18,251

[†](株) 東芝, Toshiba Corporation

[‡]福井大学, Fukui University

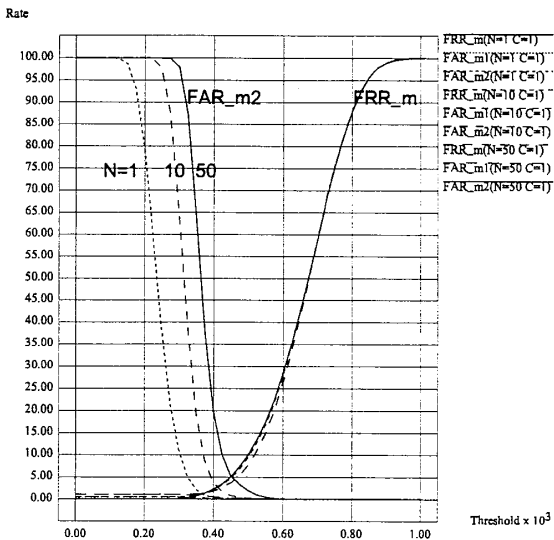


図2 1対多照合のシミュレーション ($N = 1, 20, 50$)

試行のデータを収集した。各試行について50フレームの画像(10フレーム/秒)を記録している。実験では制約相互部分空間法 [3] を用いて類似度(最大値1,000)を求め、登録データは運用開始前に作成したものを使用し、運用途中での更新は行わない。

2章の定義に従って1対多照合の性能をシミュレーション実験した結果を図2に示す。1対多照合における登録メンバ N 人は $N = 1, 10, 50$ と変化させた。なお、登録メンバの選択は $\{1, 2, \dots, N\}, \{2, 3, \dots, N + 1\}, \dots, \{75 - N + 1, \dots, 75\}$ とし、それ以外を登録外メンバとした。

図2における右上がりカーブは閾値 THR を変えたときの FRR_m で、左上がりカーブは FAR_{m2} の特性を示している。 N が増えるに従って FAR_{m2} カーブは右にシフトし、同じ閾値では他人受入率を悪化させる結果になっている。これは、 N の増加に従って、登録外メンバの入力パターンが N 個の登録パターンの中のいずれかと合致する確率も高くなるためと考えられる。一方、 FRR_m は N に対する変化が少なく、 FAR_{m1} も FAR_{m2} に比べると小さい。

この結果から、1対多照合で FAR_{m2} を一定以下にするためには、 N の増加とともに閾値 THR を高く設定する必要があり、それによって FRR_m が高くなってしまふことがわかる。

5 複数回試行による本人誤排除率の低減

収集した顔画像データを利用して、連続的な照合による認識性能の改善についてシミュレーション実験を行なう。個人毎の各試行について時間順に並べ、3章で述べた順番の試行として考える。今回収集したデータでは、連続する試行間隔の時間に関する制限はなく、別の日に実施された試行データも含んでいる。

$N = 50$ の1対多照合で、連続試行数を $c = \{1, 2, 5\}$ と変えて $FRR_m, FAR_{m1}, FAR_{m2}$ を求めた結果を図3に示す。ここで $c = 1$ の場合は従来の照合と同じ条件となる。 c の増加に従って FAR_{m2} カーブは右にシフトして悪化するが、 FRR_m カーブも右にシフトしている。

この2つのシフト量を比較するために2つのカーブが交差している点の FRR_m に注目すると、これが c とともに減少していることから、 $THR = 500$ 付近では FRR_m の改善がより大きいとすることができる。

表2には、閾値600および625の FRR_m と FAR_{m1}, FAR_{m2} を示す。連続試行回数 c を5に増やすことで、 $N = 50$ の1対多照合においても FRR_m を1/4程度に改善できることがわかる。

試行毎のパターン変動が大きい顔照合技術では、登録データの更新で本人誤排除率 (FRR) を改善する方法が提案されているが [2], パターン変動が充分反映されていない初期状態の登録データでも、今回のように複数回の照合結果を用いることで、合致する入力パターンを得る確率が高められることを示している。

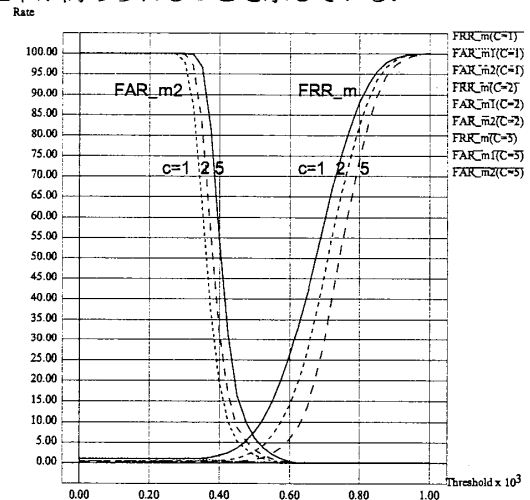


図3 複数回試行の誤認識率 ($N = 50, c = 1, 2, 5$)

表2 閾値600と625における照合結果

	$THR = 600$			$THR = 625$		
	$c = 1$	$c = 2$	$c = 5$	$c = 1$	$c = 2$	$c = 5$
FRR_m	26.42	14.17	5.83	33.53	19.86	8.88
FAR_{m1}	0.02	0.04	0.03	0.01	0.03	0.01
FAR_{m2}	0.08	0.16	0.41	0.00	0.01	0.02

6 あとがき

IDを入力することなく本人を確認する1対多顔照合システムにおいて、複数回の照合結果により本人誤排除率を低減する方法について検討した。今後、監視カメラで見られている程度のユーザの意識で、本人を確認できるシステムの実現を検討して行く。

参考文献

- [1] 佐藤俊雄, 横井謙太郎, 助川寛, 土橋浩慶, 緒方淳, 岡崎彰夫, “顔照合セキュリティシステム「FacePass」の開発-(3)1対N照合”, 2002年信学総大, D-12-118, 2002.
- [2] 横井謙太郎, 助川寛, 土橋浩慶, 佐藤俊雄, 緒方淳, 岡崎彰夫, “顔照合セキュリティシステム「FacePass」の開発-(2)辞書更新”, 2002年信学総大, D-12-117, 2002.
- [3] 福井和広, 山口修, 鈴木薫, 前田賢一, “制約相互部分空間法を用いた環境変動にロバストな顔画像認識—照明変動の影響を抑える制約部分空間の学習—”, 信学論 (D-II), Vol. J82-D-II, no. 4, pp. 613-620, 1999.