

手のジェスチャを用いるバイOMETリック認証の 認証精度および処理速度の改善

2016SC046 松井 鉄兵

指導教員：石原靖哲

1 はじめに

サービスの利用者を確認するユーザ認証には、セキュリティと利便性の両立が難しいという問題が存在する。セキュリティを強くするためには、複雑で長い情報を用いるか、物理的な鍵を用いる方法が考えられるが、複雑で長い情報を用いることは不便であり、物理的な鍵は紛失の危険がある。その問題を解決するための認証方法として、バイOMETリック認証の研究が行われている。バイOMETリック認証には、指紋、静脈、虹彩などの身体的特徴を用いるものと、筆跡や筆圧などの個人の癖を特徴とする行動的特徴を用いるものがある。身体的特徴を用いる認証は高い精度で測定できるが、実装の容易性が低い。行動的特徴は身体的特徴に比べて実装の容易性は高いが、精度が低い。

石川ら [1] は、赤外線を用いて手のジェスチャをコンピュータに入力できる Leap Motion によって、手のジェスチャを対象とするバイOMETリック認証方式を試作した。これは身体的特徴を用いるバイOMETリック認証であるが、Leap Motion を用いることで精度と実装の容易性を両立している。この Leap Motion の利点に注目し、本研究では石川らの研究 [1] を先行研究として、手のジェスチャを用いたバイOMETリック認証方式を試作し、実験、評価した結果を報告する。石川らの研究 [1] では認証フェーズのプログラムを実行する処理時間中に手の形を維持できるユーザに対する高い認証精度を示したが、処理時間中に手の形を維持できないユーザに対する認証精度が低いという課題が残った。認証精度とは、本人認証の成功率がどれだけ高いか、なりすましの成功率がどれだけ低いかということである。また、この課題を解決するためには判定に用いる特徴量や判定アルゴリズムの改良が必要だと指摘されている。本研究では、石川らの研究 [1] を基に、処理時間を短縮しても認証精度を維持できる再現性の高い（手の形を維持しやすい）ジェスチャを発見することで、処理時間と認証精度の改善を両立できると提案し、実験、評価することを目的とする。

2 関連研究

手のジェスチャを用いるバイOMETリック認証については多数の研究が発表されている。本節では Leap Motion を説明し、本研究が基にする関連研究の概要を説明する。

2.1 Leap Motion

Leap Motion は、2013 年に発売された入力機器である [2]。機器をコンピュータに接続し、専用のソフトウェア

を用いて赤外線で手のジェスチャを認識し、コンピュータの操作ができるという方式を取る。1/100mm の精度で 10 本の指の動作を認識し、トラッキング速度は 60~295fps である。上下左右、前後への移動、ひねり等の動作も捉えることが可能である。

2.2 手のジェスチャを用いる認証方式

石川らの研究 [1] では、チョキとマハロを用いた認証方式を提案している。この方式では、伸ばしている 2 本の指の先端と掌の中心がなす角度、伸ばしている 2 本の指の先端の間の距離、伸ばしている 2 本の指の先端から掌の中心までの距離の 4 個の特徴量を認証に用いる。本研究は石川らの研究 [1] を基にしている。

3 提案する認証方式

3.1 提案認証方式で用いるジェスチャと特徴量

本研究ではまず、チョキ、マハロのジェスチャを用いる。さらに、石川らの研究 [1] ではマハロはチョキよりも再現性が高いという結果を示しているため、本研究ではマハロに近い 2 種類のジェスチャを新たに認証に加える。具体的には、親指と人差し指を伸ばし、それ以外は折り曲げる銃のジェスチャと、薬指と小指を伸ばし、それ以外は折り曲げる角のジェスチャを用いる。また、発見した再現性の高いジェスチャには、さらに厳しい条件を設定して認証を行い、認証精度を向上、維持させられるか実験する。全てのジェスチャは右手を用いる。特徴量は、石川らの研究 [1] と同様のものを用いる。

3.2 登録フェーズ

登録フェーズではプログラムを 1 回実行することでジェスチャを 450 回観測し、特徴量を 450 回取得する。取得した特徴量の平均値を算出し、ファイルに保存する。石川らの研究 [1] より、最初の 100 回はジェスチャが安定せず特徴量が一定にならないため、最初の 100 回分は計算には使用せず、残りの 350 回分を計算に用いる。

3.3 認証フェーズ

認証フェーズでは 1 回のプログラムの実行でジェスチャを観測し、取得された値と登録された値の差分の割合がしきい値の範囲内であれば、範囲内のカウント値を増やし、さもなければ範囲外のカウント値を増やす。範囲内のカウント値が規定値に到達した時は認証成功、範囲外のカウント値が規定値に到達した時は認証失敗となる。石川らの研究 [1] では規定値を 450 としているが、規定値を減らせ

表 1 認証に用いるしきい値の仕様

ジェスチャ	特徴量	しきい値
チョキ 	伸ばす指の先端と掌の中心までの距離	± 6%
	伸ばす指の先端と掌の中心がなす角度	± 10%
	伸ばす指の先端の間の距離	± 10%
マハロ 	親指の先端から掌の中心までの距離	± 8%
	小指の先端と掌の中心までの距離	± 6%
	伸ばす指の先端と掌の中心がなす角度	± 7%
	伸ばす指の先端の間の距離	± 7%
銃 	親指の先端と掌の中心までの距離	± 8%
	人差し指の先端と掌の中心までの距離	± 6%
	伸ばす指の先端と掌の中心がなす角度	± 10%
	伸ばす指の先端の間の距離	± 10%
角 	薬指の先端から掌の中心までの距離	± 10%
	小指の先端と掌の中心までの距離	± 6%
	伸ばす指の先端と掌の中心がなす角度	± 10%
	伸ばす指の先端の間の距離	± 10%

ば処理時間も減るため、本研究ではチョキ、マハロについて規定値を 350 とし、石川らの研究 [1] と比較して精度が維持できるか実験する。また、銃、角については規定値を 450 として実験し、再現性の高いジェスチャについては規定値 350 で改めて実験する。チョキ、マハロのしきい値については、石川らの研究 [1] で用いているしきい値を用いる。また、銃と角のしきい値については、親指、人差し指、小指の先端から掌の中心までの距離は、チョキとマハロにおけるしきい値と同様の値を用いて、薬指の先端から掌の中心までの距離、伸ばす指の先端と掌の中心がなす角度は ±10% とする。表 1 にジェスチャのしきい値の仕様を示す。

4 実験結果

実験対象者 3 人に対して、本人認証と他の 2 人へのなりすましをそれぞれのジェスチャで 5 回ずつ行った。それぞれのジェスチャの本人認証、なりすましの成功率を表 2 に示す。それぞれの認証にかかった時間は、規定値 450 では約 10 秒、規定値 350 では約 7 秒だった。チョキとマハロについて、規定値が減ったことにより、石川らの研究 [1] と比較して認証精度が低くなったため、これ以上の処理時間の短縮と認証精度の維持の両立は難しいことが分かった。追加したジェスチャについて、角は低い再現性を示したが、銃は高い再現性を示した。しかし、実験対象者 A と実験対象者 B はお互いに銃のなりすましの成功率が 100% を示しているため、銃の認証は現在のしきい値では認証精

度が低いことが分かった。

表 2 実験結果

	本人のデータ				他人のデータ			
	チョキ	マハロ	銃	角	チョキ	マハロ	銃	角
対象者 A	3/5	0/5	4/5	0/5	0/10	0/10	5/10	0/10
対象者 B	4/5	4/5	4/5	0/5	0/10	0/10	5/10	0/10
対象者 C	0/5	0/5	4/5	0/5	0/10	0/10	0/10	0/10

5 銃のジェスチャの再実験と実験結果

銃の認証精度を向上させるため、しきい値と規定値を見直して再実験を行う。しきい値については、実験対象者 3 人の銃の特徴量を 1750 回取得し、それぞれの最大値と最小値の差の、平均値に対する割合を 1% 単位で切り上げる。それぞれの特徴量について、3 人の中で最大のものをしきい値として用いる。具体的には、伸ばす指と掌の中心の距離は ±4%、伸ばす指同士の距離は ±8%、伸ばす指と掌の中心がなす角度は ±6% である。規定値は 350 とする。以上のしきい値、規定値を用いた本人認証となりすましの成功率を表 3 に示す。それぞれの認証にかかった時間は約 7 秒である。しきい値の見直しにより、なりすましの成功率が 3 人とも 0% を示した。また、規定値を 350 に減らしても、本人認証の成功率は 3 人とも 60% 以上を示し、処理時間の短縮と認証精度の向上を実現した。

表 3 銃のジェスチャの再実験結果

	本人のデータ	他人のデータ
対象者 A	4/5	0/10
対象者 B	3/5	0/10
対象者 C	4/5	0/10

6 まとめ

本研究では、石川ら [1] が提案、実装した Leap Motion を用いた手のジェスチャによるバイOMETリック認証システムを基に、Leap Motion を本研究で用いる妥当性について確認し、アルゴリズムとジェスチャの観点で処理時間と認証精度を両立させる方策を提案し、実験、評価によって改善を試みた。最終的に再現性の高いジェスチャとして銃を発見し、より厳しいしきい値と規定値を設定した銃の認証実験によって処理速度の短縮と認証精度の向上を実現した。今後は、より多くの実験対象者への実験で同等の認証精度を維持できるかどうか課題となる。

参考文献

- [1] 石川武, 大石和臣. 手の形を用いるバイOMETリック認証. 暗号と情報セキュリティシンポジウム, 2C2-1, 2019.
- [2] 中村薫. 『LeapMotion プログラミングガイド改訂版』. 工学社, 東京, 2015.