

表面筋電位による個人認証のための指文字ベースのジェスチャの検討

藤 竜成^{a)}・猪谷 眞平^{b)}・山場 久昭^{c)}・油田 健太郎^{d)}・岡崎 直宣^{e)}

Investigation of Finger Character Based Gesture of Personal Authentication by sEMG

Ryusei FUJI, Shinpei INOTANI, Hisaaki YAMABA, Kentaro ABURADA, Naonobu OKAZAKI

Abstract

Leakage of important information such as personal information as the result of an authentication is passed through easily has been problem. In order to prevent the leakage of information, we need to lock the screen, which only the owner can do to require an authentication so as not to release the information to a third party. Generally, PIN is used for the authentication, but it doesn't have robust against peeping attacks. In order to solve the above problem, we need another authentication method that can authenticate the user even if it is peeped in. As one of the technology, biometrics authentications are usually adopted. The existing researchs have confirmed that the authentication method using the surface myoelectric potential which is one of the biometric information, the surface myoelectric potential, was useful. Also, as the system to be used for empirical experiments in the future, we examined whether we can adopt Myo, which is commercially available gesture input device. As the result, we verified it can be practically used without problems. We confirmed that the gestures can be distinguished by the support vector machine after setting the maximum value and the minimum value of the radio wave form as the characteristic amount. However, the authentication based on password string using gestures was not performed so far, and gestures used for the password string were not investigated. Therefore, in this research, we investigate gestures based on a finger character for the myoelectric potential authentication.

Keywords: gesture, surface electromyography, authentication, finger-character

1. はじめに

既存のモバイル端末の認証方式は覗き見攻撃の耐性が十分であるとは言えない。スマートフォンやタブレットの普及により [1]、覗き見されることによって認証に必要な情報が第三者に取得されてしまい、容易に認証を突破され、個人情報などの重要な情報が漏洩してしまうことが問題になっている。

この問題を解決するためには、覗き見されてもユーザ以外の人間が認証できない、または、覗き見されずに認証を行う認証方式が必要である。その技術の一つとして、生体認証が注目されている。生体認証技術は、人間の身体的特徴（生体器官）や行動的特徴（癖）を用いて本人認証を行う技術であり、バイオメトリクス技術とも呼ばれる。例として、指紋、掌形、筋電位、虹彩など、行動的特徴として、筆跡、リズムなどが生体認証として挙げられる。

筆者の研究室では生体情報の一つである表面筋電位である表面筋電位を用いた認証手法の検討を行い、それが有望であったと確認している。すなわち、被験者の筋電図が同一のジェ

スチャの筋電位を複数回測定しても毎回類似した筋電波形が得られること、同一のジェスチャであっても異なる被験者からは類似しない筋電波形が得られることを確認している [2]。また、将来実証的な実験を行う際に用いるシステムの筋電計として、一般にも入手可能な市販のジェスチャ入力用の機器 Myo が採用できるかの検討を行い、問題なく実用できるということを確認した [3]。

これらの既存研究では、筋電位が認証方法として実用的であるということを示した。しかし、実際にジェスチャを用いたパスワード列による認証は行っておらず、また、パスワード列に用いるジェスチャの追求も行われていなかった。

そこで、本研究では、筋電位認証に有効なジェスチャとして、指文字を元にしたジェスチャをその候補に考えている。具体的には、「あ」から「ん」までの指文字を元にしたジェスチャの筋電位を測定し、筋電位認証に有用かどうかの検証を行った。

2. 個人認証を脅かす攻撃

モバイル端末の個人認証として広く用いられているのは、秘密の識別番号を予め設定し、認証時に入力した文字列が一致したときに認証が成功する PIN 方式や、Android 端末に標準装備されているパターン認証などがある。しかし、これらの認証方式は第三者に覗き見されたときにパスワードなどの認証情報を盗まれやすく、簡単に認証を突破されてしまう。こういった正規ユーザの認証画面を覗き見ることで暗証番号や

^{a)}工学専攻機械・情報系コース大学院生

^{b)}情報システム工学科学部生

^{c)}情報システム工学科助教

^{d)}情報システム工学科准教授

^{e)}情報システム工学科教授

パスワードを不正に取得することを覗き見攻撃という。

また、近年では認証時の様子をビデオカメラなどで録画し、取得した秘密情報を計算機で解析するという録画攻撃も存在する。これは誰にも見られない環境下で認証を行うことで安全に回避することが出来るが、現在の我々の生活環境には監視カメラがいたるところに設けられており、故意でなくても認証画面を録画され、その結果個人情報漏洩する可能性が生まれてしまう。これらの攻撃への対策、万が一認証を突破された場合の安全性の確保が出来るようにする対策が必要だが、非常に困難である [4]。

これらの脅威から身を守るために、生体認証情報を用いることが期待されている。生体認証とは、指紋や脈拍、虹彩や筋電位など人間の生体の特徴を用いて認証を行う方式である。

3. 表面筋電位による個人認証方法

3.1 筋電位

筋電位とは、脳から送られた信号が筋繊維に伝達された際に発生するものであり、神経細胞が細胞内外の電位を変化させることで測定可能となり、観測された電位の変化は図1のように記録できる。そのうち皮膚表面で計測された筋電位のことを表面筋電位 (surface electromyography) という。筋電位の性質として、不随意運動の補助診断や、義手の動きと表面筋電位の発生方法に一定のルールを設定することで操作を行う筋電義手の開発などに用いられる。Tamura 等は、顔の皮膚表面から得られた筋電位を測定・解析して表情筋の動作を推定し、その動作を入力として用いることで車椅子を制御するハンズフリー車椅子の開発を行っている [5]。また、VR システムでのユーザーの手の動きを感知する手段として、表面筋電位を用いた手法が注目されている [6]。

3.2 筋電位を用いた個人認証手法の概要

筆者の研究室では、手首から先を動かしたときに観測される表面筋電位を筋電計で測定し、得られた波形を用いて個人認証を行う認証方式が提案された。

この手法では、図2のような一連のジェスチャを認証情報(パスワード)として用いる。実際には、そのジェスチャごとに得られる波形(図3)をモバイル端末上に登録する。ジェスチャを登録した所有者が認証操作を実際に行う場合は、図2のジェスチャを行う。すると、図4に示すような、登録されている一連のジェスチャの筋電位の波形と似た波形が測定され、これらが類似していることによって、認証が成功となる。しかし、第三者が同じジェスチャで認証動作を行った場合は、筋電計で測定して得られた波形には個人差があるので、図5のような異なる波形が測定され、認証を突破されないことが期待できる。

4. パスワード列に用いるジェスチャ

4.1 パスワード列に用いるジェスチャの問題

[2]、[3]では、いくつかのジェスチャの筋電位を測定し、目視や機械によって識別できるか検証し、結果、識別可能であるという結果が得られた。そこで、実際にジェスチャを用い

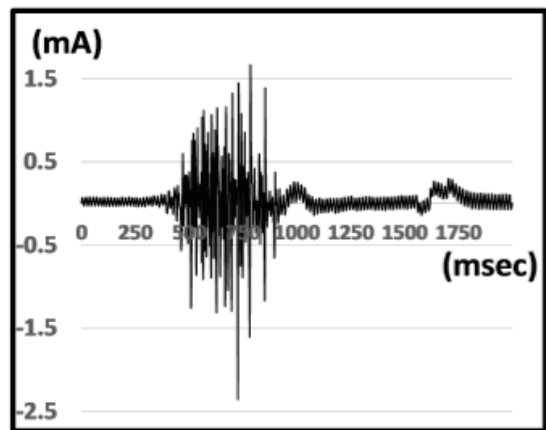


図1. 筋電図



図2. 登録したパスワードの例 (ジェスチャ列)

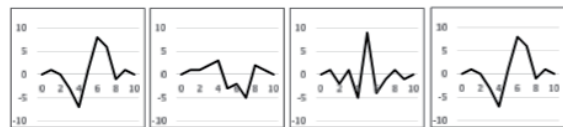


図3. 対応する筋電図

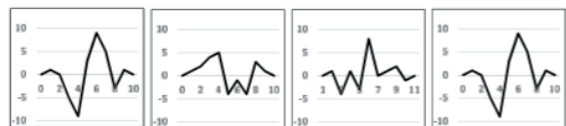


図4. 所有者が入力した認証動作の波形

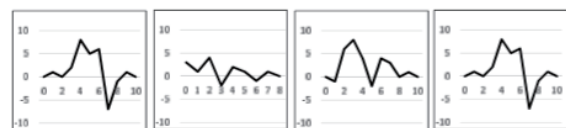


図5. 攻撃者が入力した認証動作の波形

たパスワードを使った認証を行うために有用なジェスチャとして、指文字が使えるのではないかと考えた。

4.2 指文字ベースのジェスチャの提案

指文字とは、手の形を書記言語の文字に対応させた視覚言語の一要素である。手話は音声言語や書記言語より語彙が格段に少ないため、手話単語にない単語は指文字を使って一字一字ずつ書記言語の綴りを表現する。一部の国を除き指文字は片手だけを使う。また、濁音は手を横方向に動かし、半濁音は手を上方向へ動かし、促音は手を手前に引く。

図6と図7はそれぞれ50音(「あ」～「ん」)を表す指文字と長音の動作と英語の指文字を表したものである [7][8]。これらの図から、日本の指文字は英語の指文字よりも表現できる種類が多く、また、登録するパスワードと指文字を連動できるため、覚えやすいということが考えられる。

このような指文字をベースに、パスワード列に用いることが出来るジェスチャを提案した。例えば、指文字の「い」は本



図 6. 日本の指文字の一覧 (文献 [7] より引用)

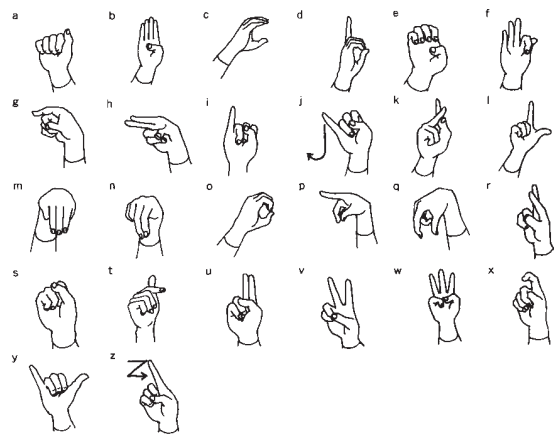


図 7. 英語の指文字の一覧 (文献 [8] より引用)

来図 8 のように正面に向けるものだが、指のみの提案したジェスチャでは図 9 のように左前腕を椅子のひじ掛けに置き、掌を上向きにしてジェスチャを行った。このような方式をとった理由は、手首から先の動作のみの筋電位を測定する際、手を正面に向ける動作で余計な筋肉が動き、正確に測定できない可能性があると考えたからである。

しかし、提案したジェスチャの中にはあまり波形の出ないものや、手首の曲げ方は同じで指を伸ばすか伸ばさないか関係なく波形が同じになる可能性がある。そこで、指文字ベースのジェスチャを測定し、波形が異なっているかどうかを調査した。

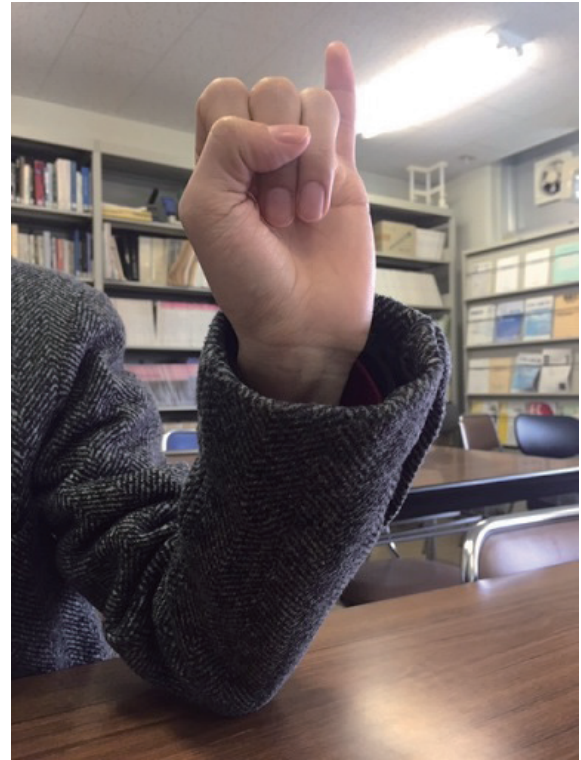


図 8. 指文字「い」のジェスチャ



図 9. 指文字「い」をベースにしたジェスチャ

5. 各指文字の表面筋電位の測定

5.1 測定方法

表面筋電位の測定は、S&M 社の機器 m-BioLog を用いた。この実験では、図 6 の長音以外の指文字を用いて、左手で筋電位を測定した。被験者は健康な 20 代の男性 12 名を対象とし、電極は左前腕の内側に 2 つ設置した。測定を行う前に特殊なジェルを用いて、静電気や皮脂を取り除いた。

ジェスチャの測定は拳を軽く握った状態を初期状態とし、それぞれのジェスチャを行わせ筋電位を測定した。1 つの指文字について 2 秒間隔で 30 回動作を行った。

測定は椅子に座った状態で左の前腕をひじ掛けに乗せ、手首だけを動かすようにして動作を行った。例えば、図 6 において「す」や「な」など手が下に向いているものは手首も曲げてジェスチャを行うが、「あ」や「い」など掌が正面に向いているものは手首を曲げず指のみ動かしてジェスチャを行う。また、指文字の「さ」は初期状態と同じ形であるため、初期状

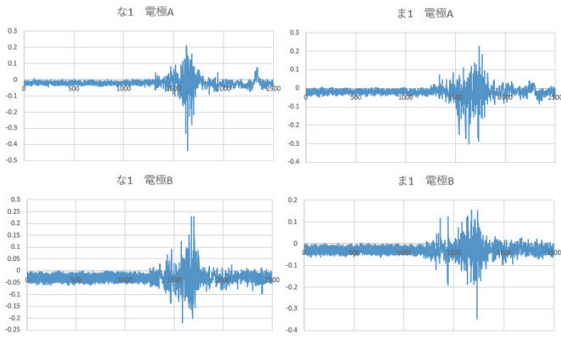


図 10. 「な」と「ま」の波形

態からそのまま力を入れることで筋電位を測定した。

5.2 測定結果

測定された筋電位を目視で確認した結果、「あ」のような指を一本伸ばすジェスチャはあまり波形が見られず、「く」や「な」のように手首を掌方向や下に曲げるジェスチャには非常に大きな波形が見られた。

次に、手首は同じ方向だが伸ばす指が2本か3本か違う「な」と「ま」同士を目視で比較した結果、電極 A、B 共におよそ同じ波形が得られた (図 10)。

逆に、手の形は同じだが手首の曲がっている方向が異なる「ま」と「み」と「ゆ」と「わ」同士を目視で比較した結果、それぞれ異なる波形が見られた (図 11)。

また、「お」のような左前腕全体を 90° 捻るような動作はあまり大きな波形は見られなかった。

さらに、ほとんどの指文字はそれぞれの形をとったそのまま停止させるが、「の」のような動きがある指文字もある。その波形を確認した結果、「の」や「ん」は大きな波形が見られたが、「も」と「を」はあまり波形が生じなかった。このことから、特に動きがあるジェスチャが特徴的であるとは言えないことが分かった。

また、測定された波形の中には再現性の低いものも観測されることがあった。しかし、そのようなジェスチャに共通するような法則性は見当たらなかった。

6. 考察

指文字の筋電位を測定し、指文字ベースのジェスチャが筋電位認証において有用かどうか検証した。その結果、「あ」のような指を伸ばすだけといった単純なジェスチャでは波形が小さいものばかりだったが、手首を曲げることによって波形が大きくなることが分かった。動きのあるジェスチャは比較的波形が大きいものだったが、「も」と「を」に関しては大きな波形は得られなかった。

また、目視では区別できなかったジェスチャもあるため、機械などによる正確な分析が必要である。

再現性のない指文字が出てきた原因として、被験者が指文字に慣れていないことや、電極の設置個所にズレが生じた可能性、実験器具の不備の可能性がある。測定を行う前に予め被験者に動作の練習をさせることで、より良い波形が得られる可能性が考えられる。

電極の設置個所については、日を空けたことで元々の設置個所から多少位置が変化した可能性が考えられる。

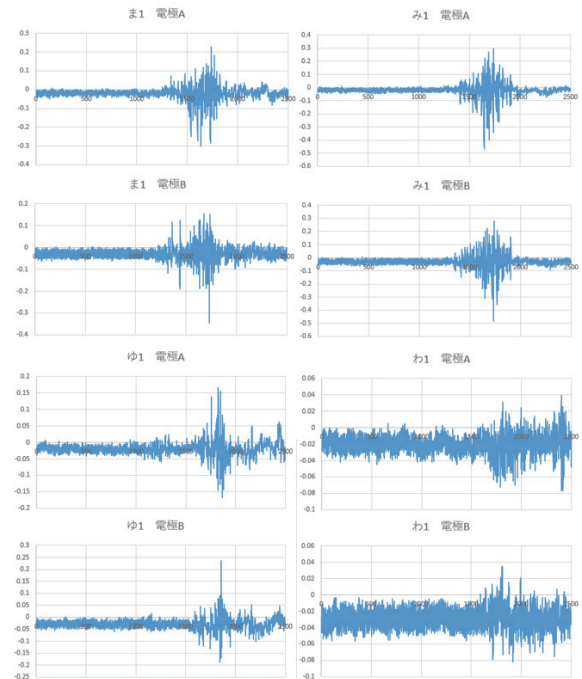


図 11. 「ま」と「み」と「ゆ」と「わ」の波形

筋電位の差異については、電極の位置が手首が屈曲する際に大きく動く筋肉がある場所であり、腕の内側以外の場所で測定した場合の筋電位も調べる必要がある。

左前腕全体を 90° 捻る動作においてほとんど波形が見られなかったことについては、動作に使われている筋肉が手首や指の動作に使われる筋肉とは違うため、波形が出なかったと思われる。

7. まとめ

本研究では指文字ベースのジェスチャの筋電位を測定し、目視で比較することで、表面筋電位の個人認証に有用かどうかの検証を行った。結果、指文字ベースのジェスチャにおいて「あ」のような指を一本だけ動かすようなジェスチャは有用ではないことが分かったが、同じ手の形であっても手首の屈曲を組み合わせて異なる波形が生じることも分かった。

今後の課題として、SVM などの機械を用いてそれぞれのジェスチャの識別が可能か、指文字を変化させずそのまま利用した場合に有効なジェスチャになるのか、英語や他の言語の指文字を元にしたジェスチャを調べ、より良い性能のものが存在するかの追求が必要である。

参考文献

- 1) 情報通信機器の保有状況, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/h30/html/nd252110.html>, (2019/2/8 閲覧).
- 2) 山場久昭, 長友想, 油田健太郎, 久保田真一郎, 片山徹郎, 朴美娘, 岡崎直宣: “表面筋電位を用いた個人認証手法の実現に向けた基礎研究”, 情報処理学会研究報告, Vol.2015-CSEC-69 No.32, pp.1-6, 2015.
- 3) 黒木聡舜, 山場久昭, 久保田真一郎, 片山徹郎, 朴美娘, 岡崎直宣: “表面筋電位を用いた個人認証システムの実現に向けた検討”, 情報処理学会研究報告, Vol.2015-SPT-15, No.5, pp.1-6, 2015.

- 4) 和斉薫, 菅井文郎, 喜多義弘, 朴美娘, 岡崎直宣: “モバイル端末に適したアイコンを用いた個人認証方式の録画体制とユーザビリティに関する検討”, 宮崎大学大学院修士論文, 2015.
- 5) Tamura, H., et al: A Study of s-EMG Pattern Recognition Using Neural Network, Informational Journal of Innovative Computing, Information and Control, pp.4877-4884, 2009.
- 6) Nikhil A Shirao, Narender P Reddy, Durga R Kosuri : “ Neural network committees for finger joint angle estimation from surface EMG signals” , BioMedical Engineering OnLine, 2009,
- 7) 指文字-Wikipedia,<https://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%8C%87%E6%96%87%E5%AD%97>, (2019/2/11 閲覧).
- 8) 指文字の一覧表・画像,<http://www2s.biglobe.ne.jp/~kem/yubimoji/yubi-gaz.htm>, (2019/2/11 閲覧).