

## 画像認識では識別困難な指文字の 筋電位による識別の検討

富田 旋<sup>a)</sup>・黒木 誠<sup>b)</sup>・山場 久昭<sup>c)</sup>・油田 健太郎<sup>d)</sup>・岡崎 直宣<sup>e)</sup>

### Consideration of Discrimination by Myoelectric Potential of Finger Character Which is Hard to Distinguish in Image Recognition

Meguru TOMITA, Makoto KUROGI, Hisaaki YAMABA,  
Kentarō ABURADA, Naonobu OKAZAKI

#### Abstract

One of the communication means used by hearing impaired persons is a finger character. Finger characters are used to convey proper names and the like that can not be expressed in sign language to the other party. However, there are still few people who can understand finger letters yet, and in many situations sign language interpreters are needed. For this reason, an automatic recognition system for finger letters is required as a means to support communication with the hearing impaired. As a main method of recognizing a finger character by a computer, image recognition using an image photographed with a digital camera or the like is available. In these previous studies, although recognition accuracy is high, there are many cases where recognition was attempted only for finger characters whose hands were stationary. However, because there are expressions accompanying motions such as voiced sounds and semi-voiced sounds in Japanese finger letters, complete finger character automatic recognition system can not be done unless there is a recognition method targeting moving finger characters. Therefore, in this research, we examined a method of identifying finger letters which are not good for image recognition by myoelectric potential.

**Keywords:** biometrics, myoelectric potential, finger character, s-EMG

#### 1. はじめに

聴覚障害者が用いるコミュニケーション手段の1つに指文字がある。指文字は、手話で表現することのできない固有名詞等を相手に伝える際に用いられる。指文字には各清音（「あ〜ん」までの46文字）に対応した手型があり、このうち静止した手型で表現するものが41文字、手型そのものを動的に変化させて表現するものが5文字ある（の、も、り、を、ん）。また、濁音、半濁音の文字、拗音と促音に用いる小さい文字と長音の文字については、清音の手型を維持したまま決まった方向に平行移動させて表現する。例えば濁音の「が」を表現する場合、清音の「か」の指文字をしたままに手を右に動かす。これらの指文字は合計で36文字ある。

ただし、指文字を理解することのできる人はまだ少ないのが現状であり、多くの場面で手話通訳者が必要とされている。このため、聴覚障害者とのコミュニケーションを支援する手段として指文字の自動認識システムが求められている。

コンピュータによって指文字を認識する主な方法としては、

輝度画像や距離画像を用いた画像認識がある。輝度画像を用いた指文字認識の研究には、デジタルカメラなどで撮影した画像を用いたものがある<sup>1)2)</sup>。これらの先行研究は認識精度は高いが、手型が静止した指文字のみを対象として認識を試みた例が多い。しかし、日本語指文字には濁音や半濁音といった動きを伴う表現が存在するため、動きのある指文字も対象とした認識方法がなければ完全な指文字自動認識システムはできない。動きのある指文字も対象とした認識方法には赤外線TOFカメラで撮影した距離画像を用いたものがある<sup>3)</sup>。この研究では、長音と促音を除いた動きのある指文字75文字について認識を行っており、平均して80%程度の精度で認識できているが、図1のような似通った形の指文字では誤認識を起こして認識率が低くなっている。

そこで、本研究では画像認識が不得意な指文字の識別を筋電位で行う方法を検討した。具体的には、距離画像を用いた画像認識で識別精度の低い指文字を対象として、指文字動作を行った際の筋電位を測定し、得られた筋電波形を見比べて目視で識別が可能かの検証を行った。

#### 2. 指文字認識の既存研究

指文字の認識を行う方法としては輝度画像や距離画像を用いた画像認識が主流である。

輝度画像を用いて指文字の認識を行う方法としては、輝度

<sup>a)</sup>工学専攻機械・情報系コース大学院生

<sup>b)</sup>情報システム工学科学部生

<sup>c)</sup>情報システム工学科助教

<sup>d)</sup>情報システム工学科准教授

<sup>e)</sup>情報システム工学科教授

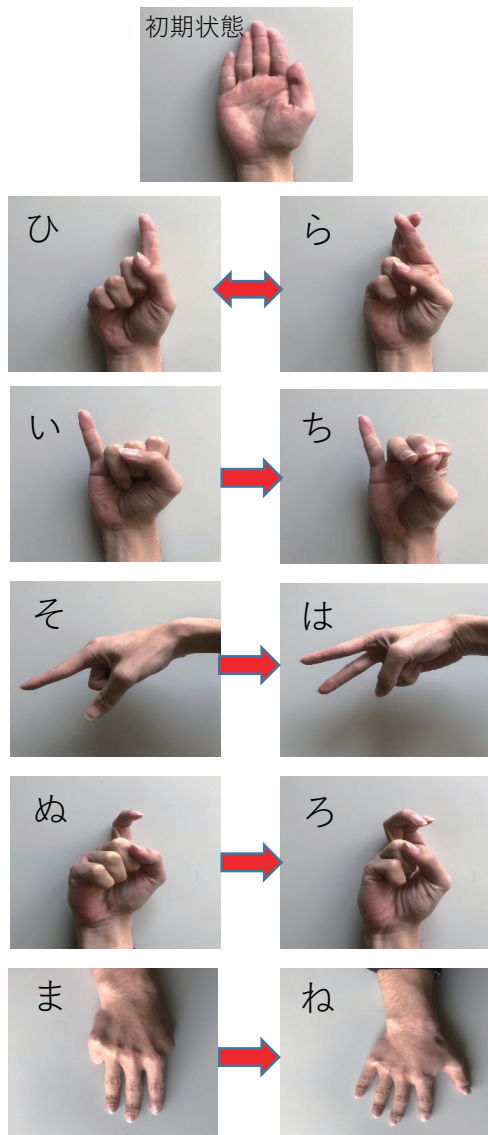


図 1. 誤認識するジェスチャー

画像を2値化して手の領域を抽出し、手型を認識する方法が提案されている<sup>1)</sup>。また、手領域をより認識率良く抽出するためにカラーグローブを装着した手を撮影してカラー情報から手領域の抽出を行い、認識を試みた方法も提案されている<sup>2)</sup>。しかし、これらの方法の多くは照明や背景の条件がそろっていないと、手領域のロバストな抽出や手型の認識率を向上させることができないため、使用場面が限られ汎用性が低い。

一方、距離画像を用いた方法では、輝度画像をもちいた方法に比べ、照明や背景の制約が小さい。この方法には、画像の撮影に3D スキャナや kinect、赤外線 TOF カメラを使用したものがある。

3D スキャナを用いて取得した距離画像を用いて画像処理で認識する方法では、清音の静止指文字を識別することが可能である<sup>4)</sup>。また、距離画像では各画素の距離によって背景と手の領域を容易に分離しやすく、認識対象の指文字を抽出しやすい。しかし、3D スキャナは解像度と認識率が高い距離画像を取得できる反面、フレームレートが著しく低いと動きを含む指文字への対応が難しい。一般ユーザにとって非常

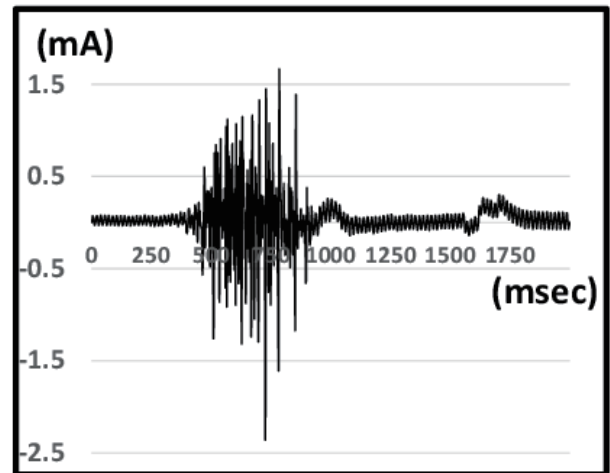


図 2. 筋電図

に高価であり、かつ、手指形状特徴の取得に非常の多くの時間を要するのも問題である。

一方、kinect では毎秒 30fps 程度で距離画像を取得でき、動きのある指文字を含めた場合でも 70%程度の精度で認識することができる<sup>5)</sup>。しかし、kinect を使用する際には 0.8～4.0m の大きなスペースが必要となり、認識する場所、場面が限られてしまう。

赤外線 TOF カメラを用いた研究では、動きのある指文字を 80%程度で認識可能であり、撮影する場所や状況に制限を受けにくい。その一方で、3D スキャナと比べると解像度が下がっており、静止指文字の中でも図 1 のような形の似通ったものに関しては誤認識を起こしやすくなっている。

### 3. 筋電位を用いた指文字認識

#### 3.1 筋電位

筋電位とは脳から送られた信号が筋線維に伝達された際に生じるものであり、神経細胞が細胞内外の電位を変化させる事により発生する。これは皮膚表面上で測定する事が可能であり、観測された電位の変化は図 2 のような筋電図として記録できる。皮膚表面で計測した筋電位のことを表面筋電位：s-EMG(surface electromyogram) という。用途としては、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けることで操作を行う筋電義手の開発などに用いられる。筋電義手では、手首の掌屈（掌側へ手首を曲げる）する時に発生する表面筋電位を「ものを掴む」、背屈（手の甲側へ手首を曲げる）する時に発生する表面筋電位を「ものを離す」といったように、筋電位とアクションを対応させて利用する。

#### 3.2 筋電位を用いる利点

ある人の表面筋電位を計測すると、その波形は図 3 に示すように、同じジェスチャーでは似た波形が、異なるジェスチャーでは異なる波形が得られる<sup>6, 7, 8, 9)</sup>。指文字においても、指文字ごとに異なる筋電波形がえられることが期待できる。すなわち、画像認識では識別しづらい指文字であっても筋電位の波形を利用することによりその識別ができるのではないかと

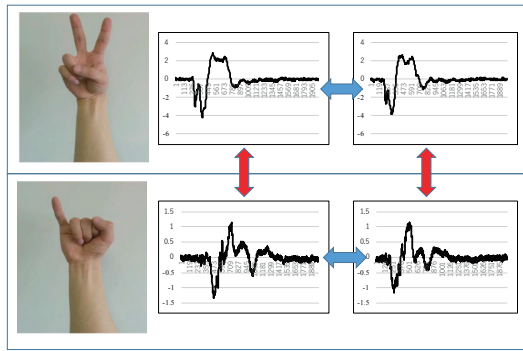


図 3. ジェスチャーと対応する筋電図

と考えられる。

ただし、適切な筋肉部位から筋電位を測定しないと、異なる指文字同士の筋電図の波形が似通ったものになってしまうことが懸念される。ここでは、指文字ごとの特徴がはっきりとわかるような波形の違いを「特徴差」と呼ぶこととし、特徴差の現れるような位置で筋電位を測定することを目指す。

### 3.3 測定する指文字

画像認識で識別しづらい指文字は図 1 に示すように、「ひ」と「ら」、「い」と「ち」、「そ」と「は」、「ぬ」と「ろ」、「ま」と「ね」の 5 ペアである<sup>3)</sup>。例えば「ぬ」と「ろ」の指文字では、指の境目を検出することが難しいことから、指が 1 本なのか 2 本なのか分からないため誤認識を起こす。

本研究ではこの 5 ペアの指文字を測定し比較した。

## 4. 筋電位による指文字識別性の検証

画像認識では識別しづらい指文字について、筋電計によって筋電位を測定し、実験者が波形を見比べて識別が可能かの検証を行った。

### 4.1 特徴差のある波形の取り方

特徴差のある筋電波形を取得するためには、指文字の形をするときに使用する筋肉付近に電極を設置しなければならない。

指を動かす筋肉は手の甲と前腕に存在し、指の開閉には虫様筋、浅指屈筋、深指屈筋、指伸筋の 4 つが使われ、指を広げる動作には骨間筋が使われる。浅指屈筋、深指屈筋、指伸筋の 3 つについては各手指の動作に対応する筋肉の部位が先行研究によって特定されている<sup>10)</sup>。しかし、前腕は多数の筋が密集しているうえ、各手指に対応する部位は表層に露出している範囲が狭いためクロストークの影響が大きく、指文字のわずかな動きの差を識別するためには多数の電極を使用して筋電位を測定する必要がある。

そこで、本研究では、手の甲に電極を設置し、骨間筋など手の筋肉を対象に筋電位を測定することで、はっきりとした特徴差のある筋電波形の取得を試みた。筋電位は 2 か所から測定し、得られた波形の再現性が 2 つとも十分である場合はより特徴差のある方を比較に用い、1 つだけ再現性が十分な場合はそれを用いる。2 つとも再現性がない場合は比較には用いない。

表 1. 比較結果

	被験者A	被験者B	被験者C	被験者D	被験者E
「ひ」と「ら」	◎	/	/	◎	/
「い」と「ち」	◎	◎	◎	◎	◎
「そ」と「は」	◎	◎	◎	◎	×
「ぬ」と「ろ」	◎	/	◎	◎	◎
「ま」と「ね」	◎	◎	◎	/	◎

### 4.2 測定方法

筋電計として S&ME 社が販売しているデータロガーである DL-2000 を使用し、サンプリングレートは 1000Hz で測定を行った。筋電図センサには電極が 2 つ備わっている DL-141 を用いた。被験者は健康な 20 代男性 5 名 (A、B、C、D、E) を対象とした。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。測定は右腕で行い、椅子に座った状態で顔の高さで挙手を行うような状態を初期状態として指文字動作を行った。1 つの指文字について、2 秒間隔で連続して 10 回動作を行うのを 1 セットとし、それを計 3 セット分測定した。

### 4.3 筋電位の比較

測定された筋電位の波形には、被験者によっては同じ指文字でも再現性が不十分であり、比較に用いるには適さないものも存在した。2 つの電極を使って 2 か所の筋電位を測定しているが、一方の電極では再現性の高い波形が、もう一方の電極では再現性の低い波形が得られた例を図 4 に示す (上 2 つが再現性のある波形で、下の 2 つが再現性の低い波形)。このように、どちらかが再現性がある場合はそれを用いる。図 5 は両方とも再現性のある波形である。どちらも再現性がある場合はより特徴差のあるほうを用いる。図 6 は両方とも再現性のない波形である。どちらも再現性がない場合は、その指文字は比較に用いない。

指文字のペアのどちらか一方でも再現性が低くければ、そのペアを実験に用いることはできない。被験者 5 名の 5 ペアの指文字計 25 組のうち、比較に用いることができたのは 20 組であった。「ひ」と「ら」は 2 名分、「い」と「ち」、「そ」と「は」は 5 名分、「ぬ」と「ろ」、「ま」と「ね」は 4 名分の筋電位を比較に用いることができた。

比較に用いることのできた筋電位 20 組分を目視で比較した結果、図 1 のような結果となった。◎は、再現性があり判別も可能であったことを示す。×は、再現性はあるが判別はできなかったことを示す。斜線は、再現性がなく比較を行うことができないことを示す。被験者 E の「そ」と「は」以外識別することができた。図 7 は被験者 A の指文字「ひ」と「ら」の筋電位を測定して得られた波形である。画像をもちいた方法では判別できていなかったが、筋電位ではその違いが大きく出ている。

## 5. 考察

指文字の筋電位を測定し、目視判定によって識別することができるかを検証した。その結果、指文字のペア 25 組の中で比較に用いることのできる筋電位は 20 組であり、19 組が識別可能であった。

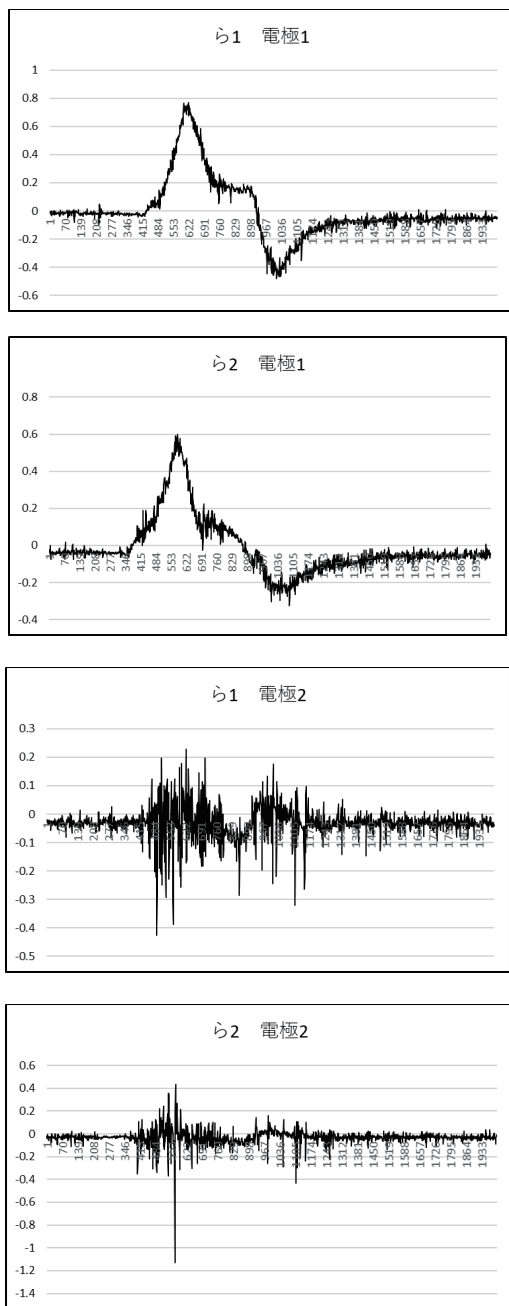


図 4. 片方のみ再現性のある筋電位

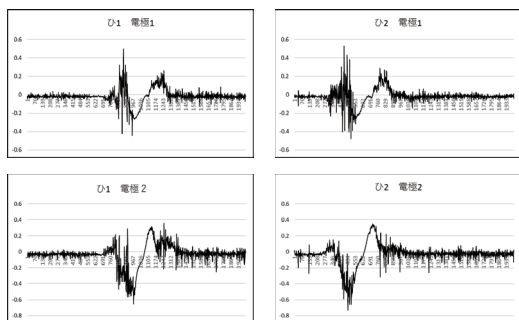


図 5. 両方とも再現性のある筋電位

残りの6組についても条件を整えておけばよい結果が得られていたものと考えられる。5組の筋電位の再現性が低い(測定された波形の間の違いが大きい)結果となった原因は、被験者が指文字動作に慣れておらず、同じ指文字でも筋肉の動

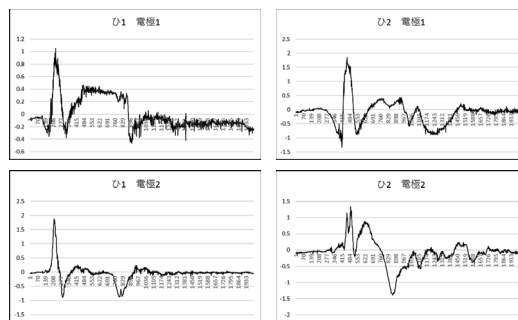


図 6. 再現性のない波形

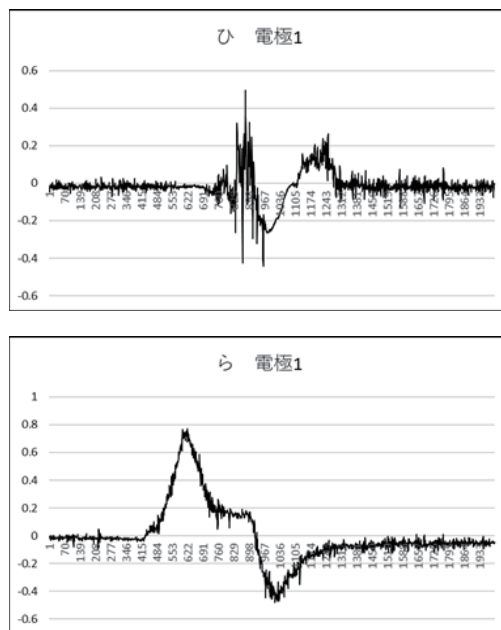


図 7. 被験者 A の指文字「ひ」「ら」

かし方にぶれがあったことが考えられる。事前に十分に指文字動作の練習をさせた被験者に対して測定を行えば、再現性の高い波形が取得できるのではないかと考えられる。判別ができなかった筋電位が1組あった理由としては、電極の設置箇所が、指文字に対応する筋肉からずれていた可能性が考えられる。より特徴差のある波形を測定するために、手の甲へ設置する電極の位置をずらすと、筋電位の波形にどれだけの差が出るかを調べていく必要がある。

## 6. まとめ

本研究では、画像認識で認識率の良くない指文字を対象として筋電位を測定し、得られた筋電波形を目視判定によって識別することができるかを検証した。結果、一部識別の難しい指文字があるものの、おおむね識別できるということが分かった。今後の課題としては、目視判定だけでなく SVM など機械によっても識別可能かの検証、より再現性の高い波形を測定するための工夫などが求められる。

## 参考文献

1) 諸角 建: “画像情報を利用した指文字の認識”, 拓殖大学理工学研究報告 9 (2) pp.51-60 (2004)

- 2) 新澤 真郷, 大矢 誠: “画像処理による指文字の認識”, 日本機械学会第 46 期総会・講演会 講演論文集 97 (1) pp.419-420 (2008)
- 3) 三宅 太一, 若月 大輔, 内藤 一郎: “距離画像を用いた動きをともなう指文字認識に関する基礎的検討”, 筑波技術大学テクノレポート Vol.20 (1) (2012)
- 4) 王 宇, 板井 聖治, 小野 智司: “PCA と 3D スキャナによる指文字認識”, 情報知識学会誌 16 (1) pp.51-60 (2004)
- 5) 田中 成典, 塚田 義典, 田熊 美沙: “距離画像センサを用いた指文字の認識に関する研究”, 情報処理学会第 76 回全国大会講演論文集 pp.275-276 (2014)
- 6) Hisaaki Yamaba, Tokiyoshi Kurogi, Kentaro Aburada, Shinichiro Kubota, Tetsuro Katayama, Mirang Park, Naonobu Okazaki, “On applying support vector machines to a user authentication method using surface electromyogram signals”, Proceedings of 22th International Symposium on Artificial Life and Robotics, pp1-7, 2017.
- 7) 黒木聡舜, 山場久昭, 油田健太郎, 朴 美娘, 岡崎直宣: “表面筋電位を用いた個人認証システム実現の相互相関係数を用いた個人識別手法の検討”, 情報処理学会研究報告、Vol.2017-SPT-24、No.12、pp.1-6、2017.
- 8) Tokiyoshi Kurogi, Hisaaki Yamaba, Kentaro Aburada, Shinichiro Kubota, Tetsuro Katayama, Mirang Park, Naonobu Okazaki, “A study on user identification method using cross-correlation and SVM to realize an authentication system by s-EMG”, Proceedings of 23th International Symposium on Artificial Life and Robotics, pp.462-467, 2018.
- 9) Tokiyoshi Kurogi, Hisaaki Yamaba, Kentaro Aburada, Tetsuro Katayama, Mirang Park, Naonobu Okazaki, “A study on a user identification method using dynamic time warping to realize an authentication system by s-EMG”, Emerging Internet, Data & Web Technologies March 15-17, 2018
- 10) 清水 佑一: “branched 電極を用いた各手指の屈筋および伸筋の表面筋電図の測定” 日本生理人類学会誌 17(1) 39 (2012)