

K-008

顔表情筋電位を用いた電動車椅子の制御実験
The Control Experiments of the Electric Wheelchair using s-EMG of Facial Muscles

眞鍋 考雄[†] 田村 宏樹[†] 淡野 公一[†]
Takao Manabe Hiroki Tamura Koichi Tanno

1. はじめに

表面筋電位(Surface Electromyogram : 以降 s-EMG と呼ぶ) は脳からの命令で筋肉が収縮する際に発生した微弱な電位を体表面で計測したものである。皮膚表面で計測される s-EMG は複数の筋群から発生した EMG が重なった信号であり、その s-EMG を解析することで動作の推定が可能である。このことを用いて障害者を支援するためのヒューマンインターフェイスの開発が行われてきている。障害者は制御可能な筋肉を用いてさまざまなインターフェイス、アプリケーションを使用可能にすることで生活の質 (QOL) の向上が期待できる。

本研究は首から下が動かない全身麻痺の患者を想定し、顔の表情筋の動作を推定し、その動作を入力として電動車椅子を制御することを目標とした研究を行っている。著者らの先行研究[1]では、識別する動作の数の増加に重点を置いていたが、本研究はパターン数を減らし確実に識別できる動作を決定するための計算機実験を行う。

下半身不随の人が電動車椅子を制御する方法として「チンコントロール型」がある。のどの動作と同時に他の顔表情筋の動作を入力として扱えば、よりスムーズな電動車椅子の制御が可能になると著者らは考えている。例えば、電源の ON/OFF, スピードの up/down など可能となる。また、筋電位信号は音声信号、画像処理などより環境雑音の影響を受けにくく、装着、キャリブレーションをしっかりと行えば誤認識も少ないと考えられる。

2. 実験方法

本研究では、顔動作を識別する実験を健常な男性被験者 3 名(T.G,D.O,M.M)に対して実施した。図 1 のようにセンサは左右のこめかみの計 2 個とし、腕の電位をグラウンドに設定した。また、顔の動作は左瞬き、右目瞬き、両目瞬き、閉口動作、開口動作の 5 種類 (図 2 参照) とした。

実験に用いたデータはセンサによって得られた s-EMG を筋積分値と最大最小値[2] に加工したデータである。ここで、最大最小値と筋積分値の算出過程を図 3 に示す。

筋積分値と最大最小値を用いて顔表情筋の動作を識別することが可能なことは文献[1]にて報告されている。顔表情筋の動作から電動車椅子や他のインターフェイスを制御する際には、更なる識別率の向上が必要である。そこで、図 2 に示したように、すべての動作をそれぞれ 1 パターンとした 5 クラス分類と、口の動作すなわち、閉口動作と開口動作を 1 パターンとした 4 クラス分類、左瞬きと右目瞬き以外をその他とした 3 クラス分類の 3 種類の実験を本研究では行う。

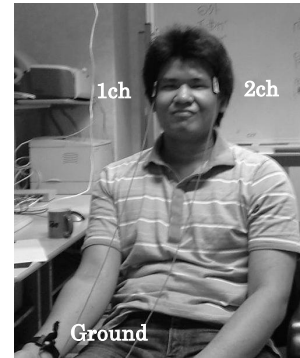


図 1 筋電位計測センサの位置

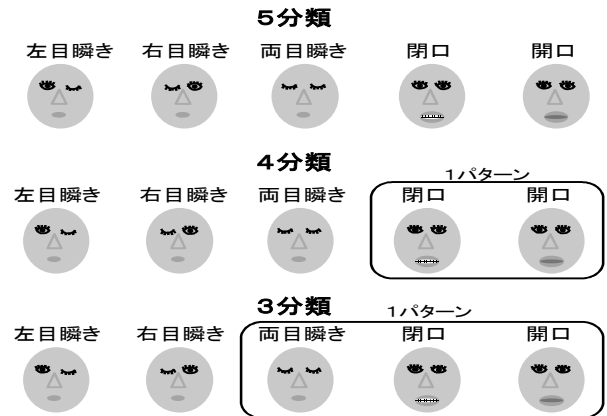


図 2 顔表情筋の動作パターン

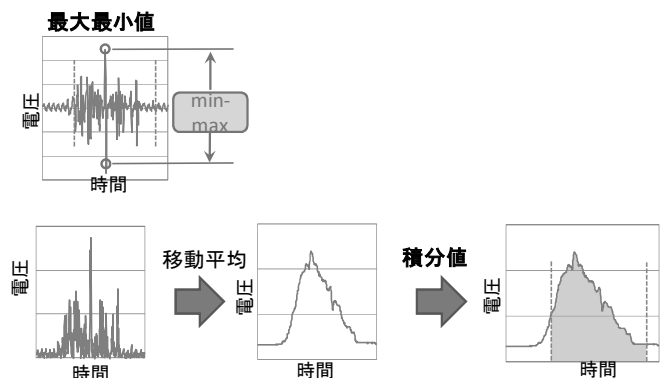


図 3 最大最小値と筋積分値の算出過程の図

[†] 宮崎大学工学部 Factory of Engineering, University of Miyazaki

文献[1]では実験に用いた識別器は、ニューラルネットワークの代表的なモデルである3層パーセプトロン(MLP)を用いているが、本実験では k -Nearest Neighbor(k -NN)法を用いた。 k -NN法は記憶パターンを得るだけで識別ができ、さらに、記憶パターンを更新することで筋電位の時間変化にも対応可能な特徴を有する[3]。

3. 実験結果

表1 k -NN法を用いた実験結果

	T.G	D.O	M.M
3クラス分類	98.9%	97.8%	97.8%
4クラス分類	93.3%	93.3%	96.7%
5クラス分類	93.3%	93.3%	96.7%

表2 文献[1](MLP)の識別結果

5クラス分類	TG	DO	MM
フーリエ変換	922%	933%	944%
筋積分値	922%	91.1%	978%
Mix法	878%	900%	944%
筋積分値(ICA)	922%	944%	978%
Mix法(ICA)	86.7%	95.6%	84.4%

実験結果を表1に、比較するための文献[1]のMLPの結果を表2に示す。また、表2のICAは独立成分分析のことであり、Mix法とは筋積分値と最大最小値を組み合わせたデータのことであり、ここで、比較する対象は、表1の5クラス分類と表2である。また、表1の本実験では、Mix法のデータに k -NN法を用いて識別した結果といえる。

表1から被験者3名とも5クラス分類より3クラス分類の識別率の方が良い結果であり、平均98.2%となった。しかし、口の動作すなわち、閉口動作と開口動作を1パターンとした4クラス分類は5クラス分類と同じ結果であり平均94.4%となった。4クラスから3クラスにパターン数を減らしたときに識別率が向上したということは両目瞬きを口の動作と誤認識したということになる。そのため、5クラス分類のときも左目瞬き、右目瞬き、両目瞬きはほとんど口の動作と誤認識しているといえる。

表2の識別結果(Mix法:平均90.7%)と比較してわかるように、本実験では被験者3名とも識別率が改善された。また、 k -NN法を用いて識別すれば、最も良い結果であった筋電位にICAを用いたデータから筋積分値を求めて、MLPで識別した結果(平均94.8%)とほぼ同程度に識別可能であった。このことから、MLPと比較して、 k -NN法はより簡単なプログラムで識別処理にさほど時間がかからず、文献[3]の結果から時間変化にも対応できるため電動車椅子などの生活で反応速度が重要視されるシステムに対しては適しているということが示された。

また検討のため、時間変化するようなデータを扱う場合、特徴量として優れているといわれているウェーブレット変換を特徴量とした計算機実験を行ったが、筋積分値を用いた結果より劣る結果を得ている。また、識別器にSVMを用いた実験も行っているが良い結果は得られていない。

4. おわりに

本研究では、顔表情筋の動作の識別率を改善する実験を行った。5クラス分類を3クラス分類に減らすことにより、識別率を98.2%と高い識別結果を得ることができた。また、5クラス分類でも k -NN法と相性が良い特徴量を用いることでICAやMLPを用いた結果とほぼ同等の識別結果を得ることができている。

提案した4クラス顔表情筋識別システムを用いた場合を考えると、左目瞬きを“左旋回”，右目瞬きを“右旋回”，両目瞬きを“前進”，閉口動作と開口動作を“止まる”に対応付けさせると、94.4%の識別率で認識でき、仮に誤認識しても閉口動作か開口動作の“止まる”に認識されるため、大きな誤動作をすることなく制御可能となる。また、“止まる”はほとんど誤認識しない。そのため、実用化したときに止まろうとして動き出すことはほとんどないと考えられる。

現在の段階では識別率を100%にすることは大変困難である。しかし、左瞬き2回連続で左旋回動作とするなど、制御の条件を工夫し厳しくすれば誤認識は限りなく0になると考えている。

5. 今後の課題

今後の課題として、ウェーブレット変換の再検討、笑いなど動作対象外にしている顔表情の動作への対応、被験者の追加などがあげられる。また、実験結果から両目瞬きと口の動作を誤認識しているため、両目瞬きと口の動作をより正確に識別するための工夫が必要である。さらに、2回連続で左瞬きをすると左旋回動作をするように制御の条件を厳しくしたとき、瞬きと瞬きの間隔の最適な時間の定義、操作の慣れによる誤認識率が低下するか、左瞬きをした後に右瞬きをするなどの多数のパターンにより動作の数を増やすなど、より便利なインターフェイスにしていくことが今後の課題となる。

参考文献

- [1]Hiroki TAMURA, Takafumi GOTOH, Dai OKUMURA, Hisashi TANAKA, Koichi TANNON "A Study on the s-EMG Pattern Recognition using Neural Network" 2008 International Symposium on Intelligent Informatics, Extended Abstracts pp.46, 2008
- [2]田村 宏樹, 奥村 大, 淡野 公一, "表面筋電位をFFT処理しないで動作識別する方法の検討" 電子情報通信学会 D, Vol. J90-D, No. 9, (pp.2652-2655), 2007
- [3]奥村 大, 田村 宏樹, 淡野 公一, "表面筋電位の変化に対応した動作識別法の提案" FIT2007 第6回情報科学技術フォーラム, (pp G-022) 2007