

筋疲労度評価値を考慮したパラメータに基づく前腕た動作認識実験の報告

吉村恭介 永井秀利 中村貞吾
(九州工業大学)

1 はじめに

我々は筋電義手の開発を行っている。多動作に対応した筋電義手を実現するにはどの筋がどの程度活動しているかを正確に捉える必要がある。表面筋電の特性は筋疲労度によって変化することはよく知られている。これは長時間操作した場合に認識がうまくいなくなる可能性が高いことを示している。従来の研究で疲労度を考慮した筋の発揮力を表す評価値が提案されている。本稿では、その評価値を認識パラメータに用いた場合の筋の疲労後の認識率の変化を調査するために、筋疲労前と後の動作認識率を比較する。

2 表面筋電信号の計測

本研究での認識対象動作は、静止、握る、開く、掌屈、背屈、回内、回外、尺屈、橈屈の9つとした。前腕の動作はこの9つの組み合わせで表すことができるため、単一動作としては妥当な識別の種類数であると考えられる。

20代の健常者1名を対象とし、8チャンネルのアクティブ電極を用いて計測を行った。計測の解像度は16 bit、サンプリング周波数は20 kHzとした。表面筋電信号から筋の特徴を得るため、測定対象の筋は皮膚表面から浅層に位置する筋であることが望ましい。よって浅層に位置する筋のうち、前腕のおよそ半分を失っても残存していることが期待できる筋であり、かつ先述の9動作に関与する筋である指伸筋、短橈側手根伸筋、尺側手根屈筋、長掌筋、長橈側手根伸筋、尺側手根伸筋、円回内筋、腕橈骨筋の8つの筋を計測した。電極装着位置の皮膚をアルコールで清拭した後、目標となる筋に対して電極を装着した。体勢は、椅子に座り前腕を太腿の上に置いて脱力した体勢とした。それぞれの動作に対して、約10秒の間だんだんと筋の活動を大きくするという過程を、疲労前の状態と、計1分間3kgのダンベルを持ちながら各動作を行って負荷をかけた後の状態とでそれぞれ1回ずつ行った。

3 認識手法

認識パラメータには \sqrt{WRMS} (Wavelet RMS) と PC (Effective Power Coefficient) を用いる。前者は我々が従来認識パラメータとして用いてきた筋組織系活動量を表す評価値であり、後者は筋組織系の活動量、神経系の活動量、負荷量、疲労度を総合的に考慮した、筋の発揮力を示す評価値として、文献[1]で提案されたものである。

認識には多次元正規分布による同時確率密度関数を用い、最も確率が高い動作を識別動作とした。

4 多動作認識実験

認識区間となる窓を50 ms (1000 サンプル) とし、計測によって得られた信号の動作が始められたと確認できた時点からこの窓を50 サンプルずらしながら波形を切り出すことで、各動作ごとに2000個の窓データを取得した。3章で述べたパラメータを各チャンネルの窓毎に算出し、疲労前の1試行分のデータを5つに分けたものを1つのデータセットとし、5つのデータセットのうち、4つのデータセットを学習データ、残り1つのデータセットをテストデータとした場合と、学習データに疲労前のものを用い、テストデータを疲労後のデータに変更した場合とで、前述のパラメータ2通りを用いた認識実験を行った。

5 結果と考察

掌屈動作における長掌筋の筋電信号に対して算出した疲労前後の \sqrt{WRMS} を図1に、疲労前後のPCを図2に示す。被験者は同程度の力で動作しているつもりであるが、 \sqrt{WRMS} は疲労の影響により値が大きくなっており、対し、PCでは疲労影響が抑制されていることがわかる。

PC、 \sqrt{WRMS} を用いた場合の疲労前後の各動作の適合率を表1に示す。 \sqrt{WRMS} では適合率があまり低下していないのに対し、PCでは大きく低下した。これはPCにおける疲労影響抑制の効果が完全には均質でなく、チャンネル毎の評価値のバランスのくずれが大きかったためと考える。それに対し \sqrt{WRMS} では、筋の疲労影響が現れているものの、評価値のバランスが崩れるには至らなかったと考える。これには、各筋を同じように疲労させたことも影響している可能性がある。

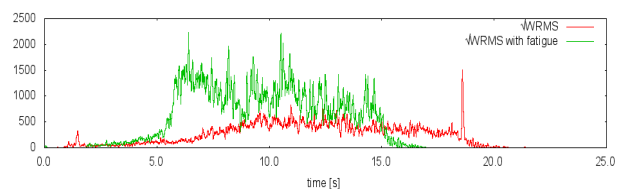


図1: 疲労前後の掌屈動作時の \sqrt{WRMS}

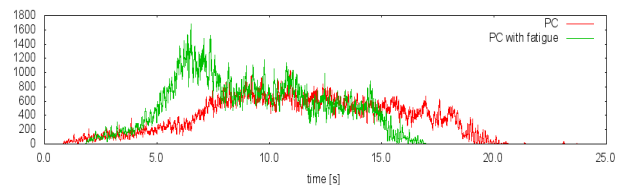


図2: 疲労前後の掌屈動作時のPC

表1: 疲労前後の動作認識結果

	従来疲労前	従来疲労後	PC 疲労前	PC 疲労後
静止	100 %	100 %	100 %	86.7 %
握る	99.5 %	98.9 %	95.7 %	79.6 %
開く	99.4 %	97.3 %	96.5 %	90.4 %
掌屈	99.9 %	73.0 %	100 %	9.5 %
背屈	99.6 %	99.6 %	97.1 %	74.3 %
回内	99.9 %	100 %	91.4 %	70.5 %
回外	100 %	100 %	97.7 %	67.8 %
尺屈	99.7 %	96.9 %	87.4 %	61.3 %
橈屈	100 %	100 %	99.2 %	58.9 %
平均	99.76 %	96.41 %	96.1 %	66.6 %

6 おわりに

本稿では筋疲労を考慮した筋の発揮力評価値と従来の筋組織活動量評価値を用いたときの疲労前と疲労後の認識率への影響を比較した。文献[1]ではPCの方が発揮力との相関が強いことが示されていた。しかしながら、認識結果としては従来に大きく劣るものとなった。今後はPCにおける悪化の原因追求や各筋の疲労度が不均質でも \sqrt{WRMS} が認識能力を維持可能かの調査などを行う必要がある。

参考文献

- [1] 永井秀利: “表面筋電のウェーブレット係数に基づく筋活動の量的および質的特徴量の体系化”, IEICE technical report: 信学技報, Vol.115, pp 119–124, 2016