

G33 指の屈曲時における筋電位を利用したインターフェース技術の開発

A new interface technology using surface EMG signals
for hand finger movement

○ 正 上松広之 (岐阜大院) 正 野方文雄 (岐阜大)
横田康成 (岐阜大学)

Hiroyuki Uematsu, Gifu University, Dept. of Human and Information System
Fumio NOGATA, Gifu University, Dept. of Human and Information System
Yasnari Yokota, Gifu University, Dept. of Information Science

Key Words : Surface EMG(electromyogram) signal, Man Machine interface, Robotic hand manipulator

1. 緒言

機器操作システムとして、従来はキーボード入力等の方法が用いられているが、近年より直接的に指示する、表面筋電位を用いたインターフェースの開発が行われている。特に表面筋電位によって制御される筋電義手においては、手を開く、手首を曲げる、回すという前腕で3自由度というものであった⁽¹⁾⁽²⁾。今後、さらに生体機能の計測技術および解析技術が発展し、各指および手の動きを詳細に再現できる装置が期待される。

本研究では、前腕表面から多チャンネルで計測された表面筋電位の電極ごとの出力を解析することにより、各指を動作する際に収縮している筋電位を特定し、手指動作を識別する法について報告する。本法は極めて簡単な検出法であり、筋電義手やロボットハンドの遠隔操作、virtual reality 分野における新たなマシンインターフェース技術、ものづくりにおける匠技の指運動再現技術としての応用が期待できる。

2. 表面筋電位測定法

我々の手指動作は複数の屈筋群と伸筋群の強調動作によって行われている。生体内では各筋は複数の筋束から構成され、筋束は複数の筋線維から構成されている。すなわち五指の屈曲に関する屈筋群は浅指屈筋、深指屈筋、母指屈筋である。この筋の活動は皮膚表面に固定した電極より計測される。この表面筋電位は筋から離れたところで測定することとなるので、複数の筋群から発生する筋電位を重ね合わせた信号となる。各手指動作を行なう各筋線維は生体内で各々相異なる位置を占めている。よって多チャンネルによってこの表面筋電位を測定し、その最大値の電極貼り付け箇所を筋電位発生箇所とする。そこでの筋電位と加速度センサにより求められた指の角度との関係を示すことにより、筋電位による指

の角度の認識が可能であると考えた。そして指にいろいろな把持力をかけた状態での最大出力と筋電位との関係を示すことにより、筋電位を測定することで、どの程度の筋力が出力されているか推定できると考えた。

3. 実験方法

表面筋電位の測定には32個の測定電極 (Ag-AgCl 電極) と1個の不感電極 (接地電極) (ともに日本光電工業(株)製 N ビトロード) を用いる双曲誘導法を用いる。電極は、マトリクス状に9×4の電極を25mm 間隔(中心間)で腕の内側に取り付ける。(Fig.1) 双曲誘導法を用いるために、センサとしては8×4チャンネルとなる。不感電極は、測定対象でない腕に取り付ける。測定対象の指に加速度センサ ((有)浅草ギ研製 AS-3ACC) を取り付ける。

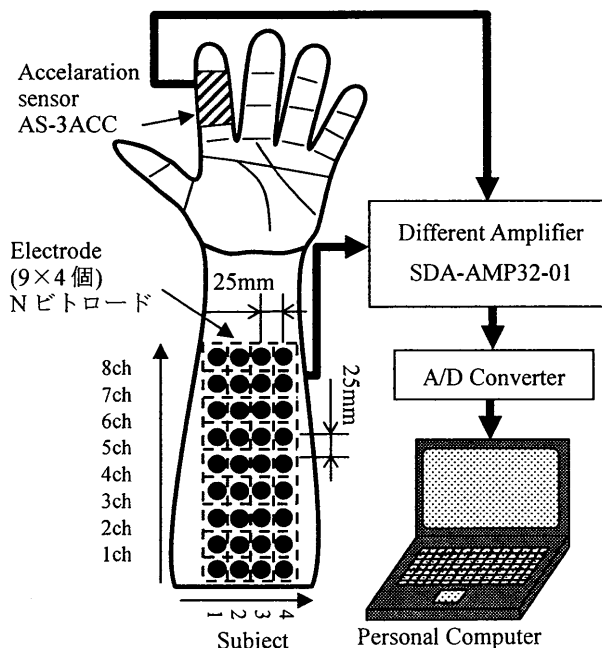


Fig.1 Experimental setup

以上の33箇所より表面筋電位および加速度をサンプリング周波数1000Hz、分解能16bitで測定した。

測定は、「各指を無把持力状態で垂直方向から水平方向に屈曲させ、1秒間静止し、その後力を抜き、指を水平方向から垂直方向に伸展する」という行為を5秒間ずつ人差し指から小指まで順に5回ずつ行なった。次に、10Kg,15Kg,20Kg,25Kgのハンドグリップを瞬時に握った場合と約3秒の時間をかけて握った場合の測定を5回ずつ行なった。測定した表面筋電位をもとに、PCで実効値を求めた。

4. 測定結果及び考察

4.1 筋電位と指の角度の関係について

第2指、第3指、第4指及び第5指で測定した。1例として第2指での32個のセンサー中、出力電圧が最大値となる箇所での実効値と、加速度センサより得られた指の角度をFig.2に示す。

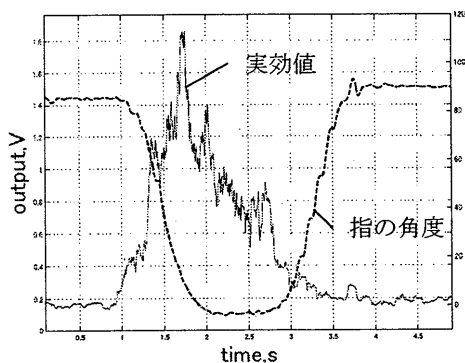


Fig.2 筋電位と指の角度(100Hz ハイパスフィルタ)

指の立ち上がりより若干早く、筋電位が立ち上がっている。指の角度が小さくなるにつれて、筋電位も増加することがわかる。指の角度が水平になる直前に筋電位も最大値となる。水平保持状態では、筋電位もある一定の値まで減少しその値で保持される。指が水平方向から垂直方向に伸展するとそれに伴い筋電位も減少する。垂直状態では、力が入っておらず、水平方向に移るにつれて指に把持力が増加することからもわかるように、筋電位も角度とともに増加する。保持状態ではある一定値まで減少することがわかる。つまり、指の動きと筋電位との間にはある一定の関係があると考えられる。

4.2 筋電位と把持力の関係について

つぎに、4種類のハンドグリップ(100,150,200,250N)を用いて把持力をかけた状態で測定した。そのときの測定結果をFig.3に示す。

筋電位は、時間とともに増加する。つまり、ハンドグリップを握る力が増加するにつれて、出力電圧も増加する。よって、出力を測定することにより、力を測定できることがわかる。つぎにFig.4に把持力

と出力電圧の最大値の関係を示す。

把持力の増加とともに筋電位の最大値も増加することがわかる。急激に把持力を加えた場合と、ゆっくり加えた場合とでは、出力にそれほど大きな差はないことがわかる。よって、出力された筋電位を測定すれば、そのときの筋力の出力を推定できると考えられる。

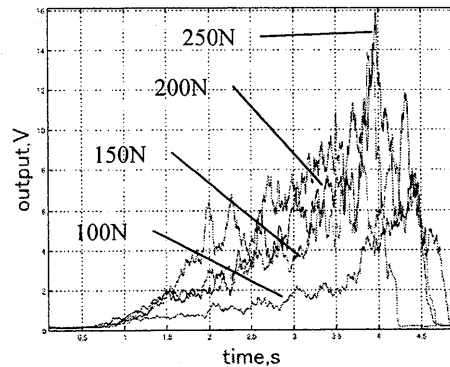


Fig.3 4種類のハンドグリップを握ったときの出力

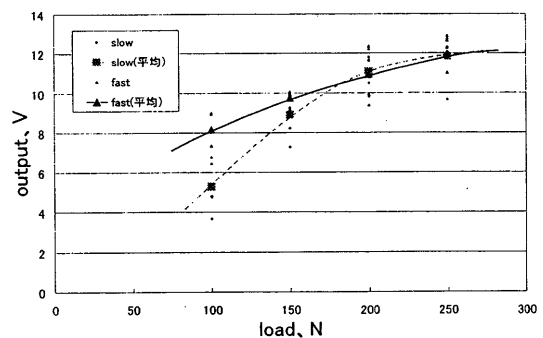


Fig.4 把持力と最大出力電圧の関係

5. 結言

本研究では、前腕表面から計測された表面筋電位をそのときの指の角度やハンドグリップによる把持力と同時計測することによって、表面筋電位と指の角度や指にかかる把持力との関係を示した。指の角度の変化と筋電位の変化には一定の関係が見られる。指にかかる把持力についても一定の関係が見られる。電極の貼る位置によって筋電位の最大値が変わるが変化量としては筋電位を計測すると指の角度や指にかかる把持力を推定できると考えられる。今後、貼る場所によらず指の屈曲角度、握力、強さとの関係を明確にすることでより自然な制御に応用が期待できる。

文献

- (1) 横井浩史・西川大亮・兪文偉・嘉数侑昇, バイオメテックスハンドブック, (2000), pp925-931
- (2) 石川泰広・西川大亮・横井浩史・嘉数侑昇, 筋電操作ハンド制御のための筋電位の測定位置について, 情報処理北海道シンポジウム, (1998)