

技術ノート

ジョイスティック操作における筋電位測定とそのデータ処理法

河村 洋*¹⁾ 岡野 宏*¹⁾ 三好 泉*²⁾

EMG Measurement & Data-processing through Joystick operation

Hiroshi KAWAMURA, Hiroshi OKANO and Izumi MIYOSHI

1. はじめに

高齢者や身体障害者が機器を操作する場合、できるだけシンプルに操作できた方がよい。そこで、我々はジョイスティックに注目した。ジョイスティック操作は福祉機器の分野では、電動車いすの操縦に代表されるが、1カ所に操作部を集中できるため、その他の高齢者機器の操作部として有効である。そこで操作性の良いジョイスティックの操作部の設計のために上肢の筋電位測定により解析する手法を考えた。

2. 実験方法

2.1 測定装置

ジョイスティック操作時の上肢筋電位は、ディスプレイ表面電極により多用途テレメータシステムで測定した。このシステムは、被験者を無拘束で生体計測できる多用途型多チャンネルテレメータで、測定対象は脳波・筋電図・眼球電図・心電図・呼吸にくわえて、オプションの専用アンプやDCアンプを使い、脈波・関節角度など各種パラメータが測定できる。測定項目は、すべてプログラミング方式で変更でき、アンプの差し替え、変更などの煩わしさが無い。また、電極間のインピーダンス測定機能、波形モニタ機能などがあり確実な測定ができる。

2.2 データ収集・解析プログラム

データ収集・処理プログラムは多用途生体情報解析プログラム(BIMUTAS II)を使用した。このプログラムは、アナログ信号の記録から解析までをWindows環境で実現するアプリケーションで、アナログ信号をA/D変換し保存する記録プログラムと、記録したデータを編集、加工、解析する解析プログラムの2本のプログラムから構成されている。解析プログラムでは、図1のような解析ができる。

2.3 ジョイスティックの工夫

今回の実験では、ジョイスティック操作について考察するため、右手操作を次の7動作に分解し、それぞれの動作の主動筋上の皮膚表面に表面電極を貼り探查電極とした。

測定した動作は①握り(主動筋:浅指屈筋,深指屈筋),②左傾(円回内筋),③右傾(回外筋),④後傾(橈側手根屈筋),⑤前傾(尺側手根伸筋),⑥引く(上腕二頭筋),⑦押す(上腕三頭筋長頭)である。基準電極は手関節内側部とした。

予備実験で電動車椅子操作用ジョイスティックと工業用汎用ジョイスティックで各筋電位を測定した結果、各筋の動作がジョイスティック可動中は等張性収縮(筋の短縮を伴う収縮)で、固定端に達すると等尺性収縮(筋長は変わらないが張力を発生する収縮)になるため、明確な筋電位データが採れなかった。そこで、各筋の等尺性収縮だけに注目するために、垂直に立てた固定棒を模擬ジョイスティックに見立てて実験を行った。模擬ジョイスティックの握りの高さは、約120mmで握り部分を円筒状,Tバー状,ボール状,半球状の4種類とした(図5参照)。

2.4 筋電位測定とデータ処理

基準電極を含めた9個の筋電位はヘッドアンプでインピーダンス変換され、送信機から400MHzのPWM-FM変調信号として送信される。受信機で復調された筋電位データは記録プログラムでA/D変換され、ディスク上に記録される。

筋電位測定は、50代の健常男性4名で行った。模擬ジョイスティックが固定柱であるため、測定に先立って図2

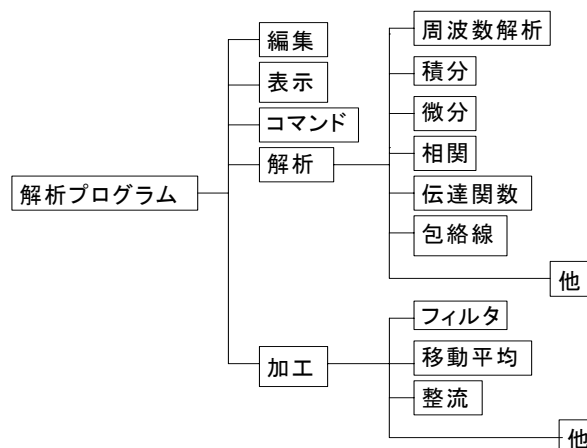


図1 解析プログラムの構成

*¹⁾ 電気応用技術グループ *²⁾ 製品科学技術グループ

に示すようにトルクメータで約8N-mの力の発生を体験し、各動作を同等の力で操作することを指示して測定した。8N-mの力は、健常者で表面筋電位が比較的顕著に表れるため設定した。各動作の維持時間は、別のパソコンのモニタ画面上に表示したシーケンスにしたがって行うよう指示した(図3)。

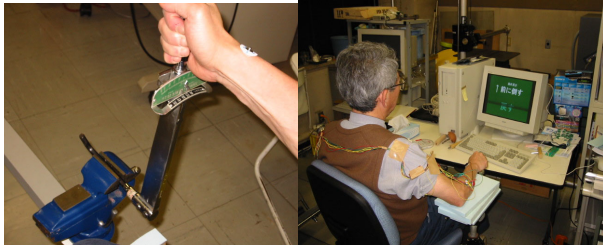


図2 8N-mのトルクの体験 図3 動作シーケンス指示

法絡線処理をした1例を図4に示す。原波形は周波数成分が高いので20Hzのローパスフィルターを通し、全波整流して包絡線処理をほどこしている。法絡線処理には平滑化微分点数51点のピークホールド法を用いた。各動作における筋力の関与は、各動作時の包絡線で囲まれた面積を動作時間で除し、被験者ごとの最大値の百分率を「筋使用度」とし指標とした。

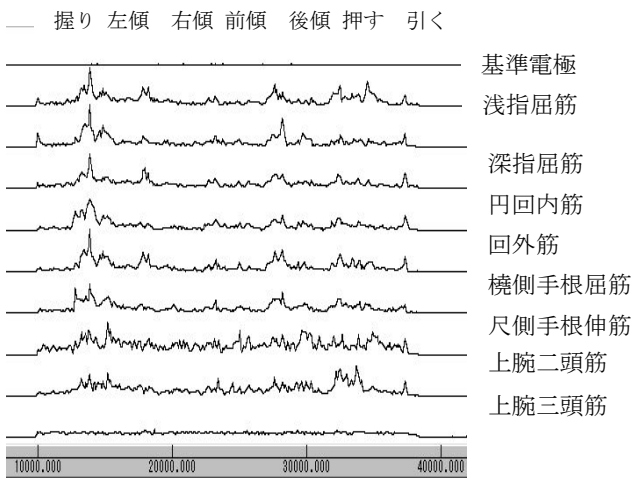


図4 包絡線処理

2.5 握り形状と筋使用度

図5に示す握り形状は、左からそれぞれ円筒、Tバー、ボール、半球と呼ぶことにする。4名の被験者の握り形状と各動作における筋使用度の平均値を第1表に示す。さらに図6はそれぞれの握り形状と動作に於ける使用度を最大筋使用度の百分率をグラフに表したものである。各動作においてボールと半球がTバーや円筒に比較し、筋使用度が少ないことが分かった。しかし待機中では、円筒、半球の筋使用度が少ない。これは円筒の握りは、比較的自然肢位に近いことと、半球では半球上に手掌を載せて休みやす

いためである。

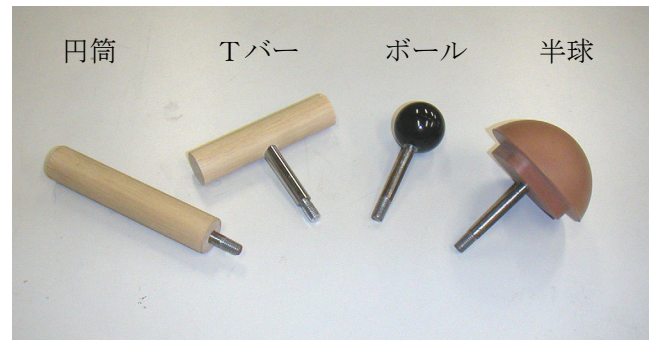


図5 ジョイスティックの握りの形状

表1 握り形状と各動作における筋使用度(%)

握り形状	全体	左傾	右傾	前傾	後傾	把持	待機
Tバー	49.7	59	47.7	43.6	48.3	62.4	11.9
円筒	50.5	48.8	52	45.8	52.9	58.2	9.72
半球	36.5	40	35.5	30.7	40	44.1	9.91
ボール	44.5	48.1	42	42	46	53.5	11.5

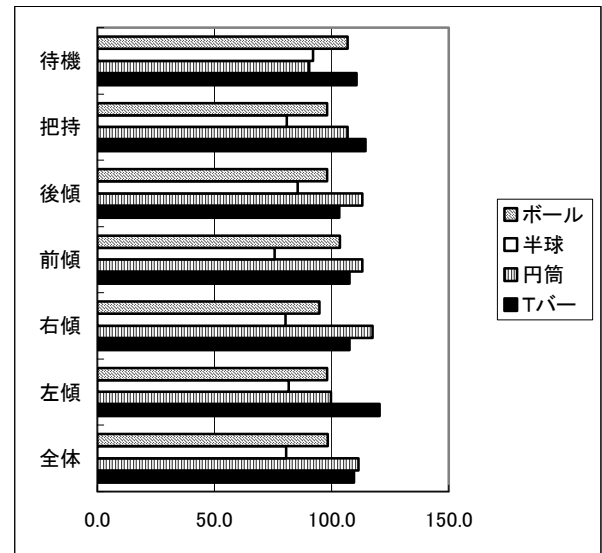


図6 筋使用度比(%)

3. 結果

高齢者・福祉機器の入力装置としてジョイスティックを取り上げ、上肢筋電位による動作評価を試みたが、等張性収縮と等尺性収縮の組み合わせのため、測定不可能だった。そこで等尺性収縮だけに着目することにより、操作具形状を評価する指標ができた。また、等尺性収縮だけで制御できる「力(ちから)ジョイスティック」の可能性もみいだせた。これは垂直に立てたスティックの根元に、ストレインゲージ等を利用した前後・左右方向の剪断力を検出できるセンサーを取り付けることで、容易に実現できる。また、ジョイスティックの握り部と筋電位のデータは操作性の良い握り部分の設計に役立つと思われる。

(原稿受付 平成14年7月31日)