

多点計測手法を用いた肩周りの筋群における独立筋活動パターンの解析

Analysis of Independent muscle activity pattern over muscle group around shoulder using multi-point measurement method

○ 君塚 進（電気通信大学） 叶 鶴松（電気通信大学） 日吉 祐太郎（電気通信大学）
谷 直行（電気通信大学） 馮 翔（電気通信大学） 田中 洋平（JR 東京総合病院）
森下 壮一郎（電気通信大学） 東郷 俊太（電気通信大学） 姜 銀来（電気通信大学）
横井 浩史（電気通信大学）

Susumu KIMIZUKA, The University of Electro-Communications

Hesong YE, The University of Electro-Communications

Yutaro HIYOSHI, The University of Electro-Communications

Naoyuki TANI, The University of Electro-Communications

Feng XIANG, The University of Electro-Communications

Youhei TANAKA, JR Tokyo General Hospital

Soichiro MORISHITA, The University of Electro-Communications

Shunta TOGO, The University of Electro-Communications

Yinlai JIANG, The University of Electro-Communications

Hiroshi YOKOI, The University of Electro-Communications

Abstract: The aim of this study is to develop control system of shoulder artificial arm that is 7 operation can be performed (flexion and extension of shoulder and elbow, open grip of the hand, still) used electromyogram (EMG) around shoulder. Because the various muscle is dense around shoulder, it is difficult to select a measurement of the appropriate EMG. In this paper, using the EMG measurement system capable of multi-point measurement, we measured and analyzed the EMGs around shoulder. More specifically, we placed a large number of muscle electrode around the shoulder, and identified the independent muscle activity pattern by dimension reduction of measured high dimensional EMGs. Using results, we discuss usable measurement technique of valid EMG to control a shoulder prosthetic hand.

Key Word: EMG measurement system, independent muscle activity pattern, principal component analysis

1. 緒言

近年、筋電位を用いて能動的に制御できる義手（筋電義手）が増えている。筋電義手は、義手装着部付近の表面筋電を計測し、その活動パターンから動作意図を推定しその動作を実現するものである（以降、本論文で“義手”は筋電義手を指す）。

例えば前腕義手の場合、残存する前腕の筋電が一定の閾値を超えれば、手が握る、開くといった動作を行うよう制御することができる。しかしこの場合、実現可能な義手の動作の種類は筋電を計測する個所の数に依存してしまう。例に示したような前腕義手における手の握り開き動作だけなら問題は少ないが、更に多自由度の動きを実現させようとする問題が起これらと考えられる。

肩から先を喪失してしまい、上肢全体を義手で置き換える場合には前腕義手よりも更に多自由度の制御が必要となる。日本での上肢切断者は平成 25 年度において約 8 万人にのぼると報告されている[1]。従って、肩周りの筋電情報を使って上肢全体を制御する肩義手の開発が必要である[2]。

上述の通り、肩義手の制御は前腕義手などと比べ格段に困難である。まず、肩義手の機能として必要のある動作は手の握り開きに加え、最低でも肘の伸展・屈曲、肩の伸展・屈曲である。また肩から先を喪失している場合、筋電は肩周辺の筋肉から計測しなければならない。先に説明した前腕義手と同様の閾値による制御を行おうとした場合、筋電の計測個所

最低でも 7 つ必要となる。以上のように肩義手の制御は困難である。

本研究では多点計測手法を用い、肩周り筋群の筋電を測定し解析することで、実用を見据えた肩義手制御に使用することのできる独立筋活動パターンを解析する。

2. 実験方法

2.1 実験機器

肩周り筋群の筋電を測定するための電極パッドとしてバイオロードを用いた。本研究で肩周りに複数個の筋電電極を配置し、そのすべての計測値を取得した。そのため複数チャンネルに対応した AD 変換機として、CONTEC の I/O ユニット (AIO-163202FX-USB) およびユニットと電極を繋ぐチャンネルの集積ボードを使用した。データの取得には計測用ソフトウェア C-LOGGER, データ解析には MATLAB を用いた。Fig.1 に筋電計測システムの全体図を示す。

2.2 実験手順

被験者は健康な成人男性 1 名である。以下に肩周辺の筋電位を多点計測する上での実験手順を示す。

- ① 肩周辺（胸，肩，背中，脇）にバイオロードを装着した 16 個の筋電位電極を等間隔になるよう配置した。GND は一括して肘から計測した。
- ② C-LOGGER を起動し I/O ユニットと接続した。各電極の

Table 1 Experimental situation

電極配置箇所	胸 5ch, 肩 2ch, 背中 6ch, 脇 3ch
サンプリングタイム	0.5ms
動作速度	遅い：1 秒 普通：2 秒 早い：3 秒

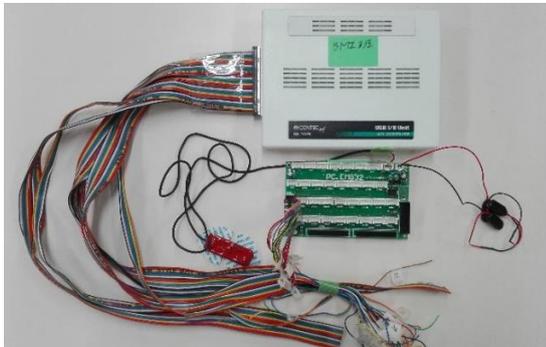


Fig.1 EMG measurement system

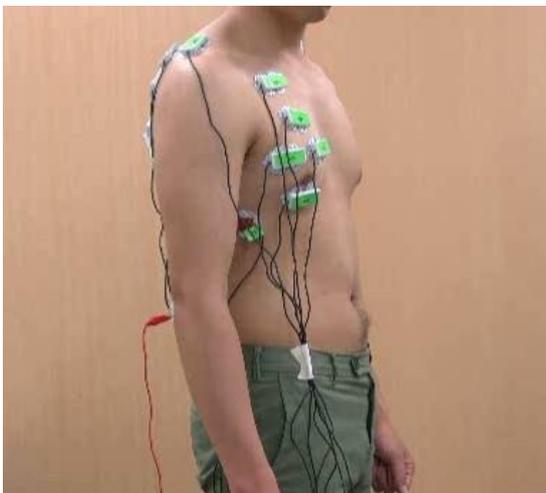


Fig.2 Condition of the experiment

- ③ 動作を確認し，サンプリングタイム，計測時間などの初期設定を行った。
- ④ 以下の動作の筋電を測定した
 - ・ 矢状面内で安静状態の肩を中心とした XY 軸を考え，前方向から 45° 刻みの各方向へ反時計回りに肩を突き出す動作（8 動作）+ 安静（1 動作）
- ⑤ ④の一つの動作にかける時間を Table 1 に示すように設定した。被験者にはメトロノームを用いて動作時間を教示した。計 5 回動作を行った。

Table 1 に詳しい実験状況を，Fig.2 に実験時の被験者の状態をそれぞれ示す。

2.3 データ解析

計測した EMG は全波整流の後，最大値を 1 として正規化した。全 16ch 分の EMG データを主成分分析にかけ，累進寄与率を求めた。

3. 結果および考察

Fig.3 に代表的な EMG 波形として動作速度普通（2 秒）の

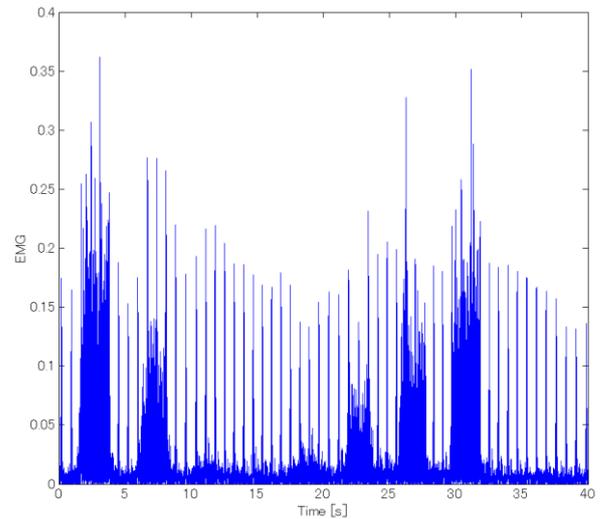


Fig.3 Waveform of normalized EMG

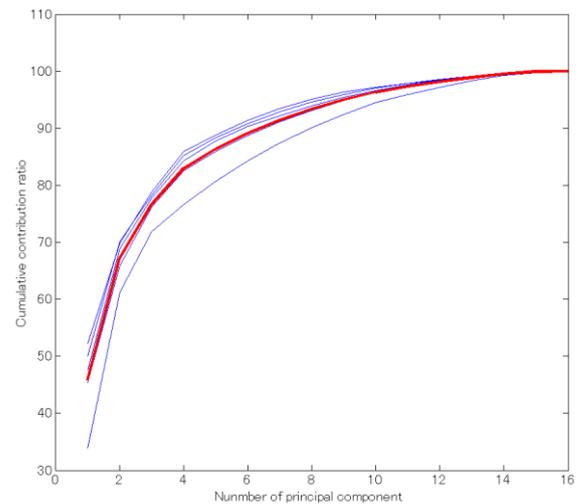


Fig.4 Cumulative contribution ratio

胸部の EMG を示す。動作に対応した筋活動が計測できていることがわかる。

また Fig.4 に，同じく動作速度普通で計測を行った 5 試行分の累進寄与率を示す。青の細線は 5 試行の実験それぞれの累進寄与率であり，赤の太線は 5 本の累進寄与率の平均である。3 つの主成分で累進寄与率が 76.6%，4 つの主成分で 82.9% を達成することがわかる。従って，3 あるいは 4 か所の筋電位計測で肩を各方向へ突き出す動作と安静を加えた 9 つの動作の推定が可能であると期待できる。従って，各主成分の情報を肩義手の制御に利用できると期待できる。

4. 結言

本論文は肩義手の制御に必要な肩周辺の独立筋活動パターンを解析することを目的として，肩を突き出す動作と安静を加えた 9 動作中の筋電を計測した。主成分分析の結果，3 あるいは 4 つの主成分によって動作の約 80% を説明することがわかった。今後の課題として最適な電極配置位置の探索および肩義手制御法の開発が挙げられる。

5. 謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 16K12951 と 16K01539，およ

び国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）「医療分野研究成果展開事業研究成果最適展開支援プログラム（A-step）」の支援によって行われた。

6. 参考文献

- [1] 内閣府 平成 25 年度版 障害者白書（全体版），付録 8 障害児・者数の状況
- [2] 木下敏治，竹内博希，平田一真：新型 6 自由度柔軟関節肩義手（木下ロボットアームⅡ）の協調動作制御システム，香川高等専門学校研究紀要 5(2014)，pp113-129