

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 26 日現在

機関番号：52601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K21570

研究課題名(和文) 握る強弱による動作をイメージ時の脳波と筋電位による手指の義肢製作

研究課題名(英文) Prosthesis of Fingers by EEG and EMG behavior by Grip strength and weakness

研究代表者

永井 翠 (Nagai, Midori)

東京工業高等専門学校・電子工学科・准教授

研究者番号：60591154

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：EMGを基に、義手に見立てたロボットアームを製作した。ロボットアームが動作を識別するまでの時間が長いため、指を動かして、ロボットアームが動くまでの遅れがどのくらいの時間であったら許容できるのか、健常者を含めて検証を行った。その結果、許容できる時間を明らかにすることができ、その時間内で判別可能か検証を行うことが可能となった。EEGについては、以前から使用している脳波計を用いて手指の本数に注目し運動準備電位の変化の解析を行っていた。手指の本数で、特定の部位において運動前に変化が確認できた。運動前の波形で違いが見られたことで、どの指を動かしたいのか判別可能となった。

研究成果の概要(英文)：We controlled the robot arm based on EMG. The robot arm was regarded as a prosthesis. The robot arm takes time to operate. It takes time for the robot arm to identify the motion. The subject moves the finger and time is measured until the robot arm moves. We made a verification of how much time it would be acceptable. As a result, we were able to clarify the allowable time. It was decided to verify whether it could be identified within that time. EEG examined the change in exercise preparation potential according to the number of fingers. We were the number of fingers, and we were able to confirm the change before exercise at a specific site. From this result, it was possible to determine which finger you wanted to move by seeing the difference in the waveform before exercise.

研究分野：生体計測学

キーワード：EMG EEG

1. 研究開始当初の背景

現在研究が進んでいる筋電義手は、腕からの欠損や手首から欠損していることが多い。筋電義手特有の問題として、断端部によって計測できる皮膚表面積が小さい、多くの電極を配置すると配線数が多く肥大化し、電極と皮膚との接触状態が悪化するなど、多電極化しづらいなどがある。そのため、制御において表面筋電位だけでなく、直接脳活動からロボット手を制御するブレインインターフェイス技術も急速に発展を遂げている。その場合、ロボット手の制御はそれぞれの人で調整が必要となり、また使用者もロボット手を動かすための訓練が必要である。

2. 研究の目的

筋電義手としてよく用いられているものは、腕から欠損している場合や手全てを欠損しているものである。しかし、手指だけが欠損している場合などの筋電義手について今不十分である。それに対して申請者は、手指が欠損している被験者より協力の了解をえており、さらに現在までの5年間、筋電図(EMG)と脳波(EEG)についての研究を行い、計測できる環境を整えた。その成果に基づいて、筋電図(EMG)と脳波(EEG)の両方から「強く握る」、「弱く握る」といった識別動作を検出し、手指義手の制御を行う。訓練等が少なく子供でも使用できる「強く握りたい」、「弱く握りたい」と考えることで手指義手の制御が行える義肢作製を検討する。

本研究においてまず、(1) EEGによる計測では、指の屈曲により、運動関連脳電位である運動準備電位の確認を行った。握る強さの変化させる前に、ものを「強く握る」、「弱く握る」といった行為は、親指と人差し指だけ行うことは少なく、そのときの場合によって、2本の指で握ることや3本の指で握ることなど、複数の条件が考えられる。そのため、本研究では、握る指の本数を変化させたときにEEGへどのような変化があるのか明らかにすることとした。

次に、(2) EMGによる計測では、ロボットアームを義指に見立て、筋電を測定することで動作する義指の制御を行える仮制御システムの構築を行った。このシステムは、筋電測定部により、人差し指の筋電波形を測定、筋電波形を筋電アンプにより波形増幅を行い、制御マイコンへ送る。

その後、制御マイコンにて波形の解析及び判別をし、義指を動作させるといったシステムの構築を行った。その装置により、義指の代わりにロボットアームを用いている関係上、義指の動作開始から終了までに動作遅延が生じてしまう。判別時間がどの程度の時間までならば、人間は許容できるのかの検討を行った。

3. 研究の方法

(1) EEGによる計測

被験者には、手を屈曲させる動作を5種類、それぞれ30回をランダムに行ってもらったときの、EEGを計測した。5種類の屈曲動作は、指の本数を1本から5本までの変化させることとした。被験者は19~20歳の男性5名とし、今回はC3, C4, Czに着目し解析を行った。解析方法は、運動前400ms間の勾配に着目した。

運動開始を定義するために、指の動きを確認する表面筋電図を同時に記録した。表面筋電図より運動開始を定義し、その開始前の脳波波形を処理することで、運動前400ms間の勾配を算出した。また、この運動を自分のタイミングで行う運動と外部からのタイミングで行う運動のそれぞれで同様の実験を行い、同様の解析を行った。

(2) EMGによる計測

実験により、仮制御システムが誰にでも操作可能か検討を行った。義指の代わりにロボットアームを用いている関係上、義指の動作開始から終了までに動作遅延が生じてしまう。そのため、制御マイコンにおいて、ダミーのデレイを設置し、判別時間がどの程度の時間までならば、許容できるのかの検討を行った。

仮制御システムでは判別を行わず腕の電極から人差し指の筋電波形を測定し、義指を指の動きに連動させて動作させた。今回は、つかむ動作について連動して動くように制御している。仮制御システムを用いて筋電波形の解析プロセスに意図的なdelayを設け

義指の動作に違和感を覚える許容応答時間を被験者5名から測定した。

4. 研究成果

(1) EEGによる結果

図1に、外部からのタイミングで行う運動屈曲する指の本数を変化させたときにEEGがどのような変化するのか示した。図1の結果は、被験者数5名の平均値である。これより、1本から3本まで、本数の変化に伴い脳波の特徴が段階的に変化する傾向が見られた。4本屈曲課題については、他の指が連動しないよう抑える動作が影響したと考えられる。有意性の検討を行ったが、影響が非常に小さいことと、被験者が少ないことで、有意な差は見られなかった。

自分のタイミングで行う運動屈曲する指の本数を変化させたときにEEGがどのような変化するのか確認した。勾配に着目して解析を行ったが、明確な差異を確認することはできなかった。そのため、運動前の負のピーク振幅で評価したところ、図2の結果が得られた。2本の指を曲げるとき、大きな振幅値を示していた。2本の指を動かす動作は多いため、このような傾向が得られたと考えられた。

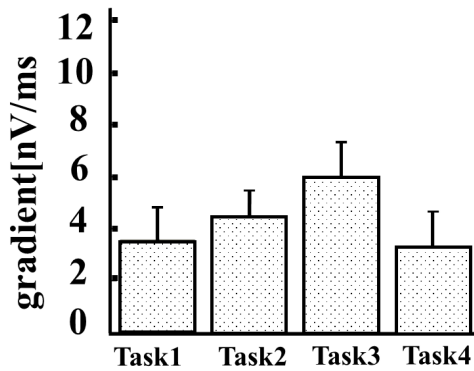


図1 C3における各動作の運動準備電位

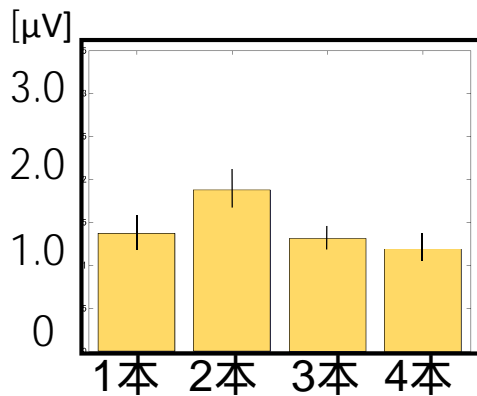


図2 C3における各動作の運動準備電位

(2) EMGによる計測

仮制御システムを用いて実際に5人の被験者に対し動作確認を行ったところ被験者全員が本装置を用いて筋電波形から義指の操作をすることができた。製作した仮制御システムを図3に示した。

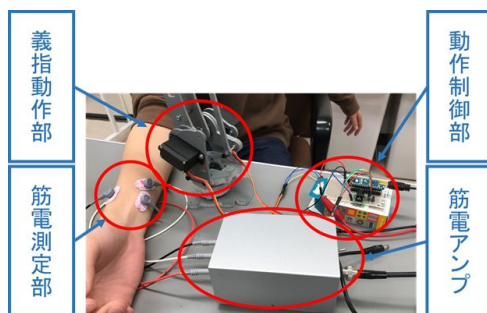


図3 仮制御システム

各動作部について以下の役割を担っている。筋電測定部は、電極を用いて浅指屈筋を測定する。筋電アンプは、筋電波形を約10000倍に増幅する。動作制御部は、4パターンの動作を解析、判別を行う。義指動作部、義指をロボットアームで代用することで、被験者に動いていることが、確認できるようになっている。

仮制御システムを用いて筋電波形の解析

プロセスに意図的な delay を設け、義指の動作に違和感を覚える許容応答時間を測定した。その結果を表1に示した。許容できる応答時間は被験者により大きなばらつきがあった。しかし、違和感を覚えない応答時間はとても早く、0.25[s]以内で判別可能な判別方法を検討する必要がある。そのため、動作パターンの判別において誰もが違和感を覚えない応答時間は、0.195[s]ではあったが、個人差が大きい点や、使用中の慣れを考慮し目標として0.25[s]以内の判別方法を目指すこととした。

表1 義指動作の許容できる応答時間

	被験者番号					平均
	A	B	C	D	E	
許容できる 応答時間[s]	0.21	0.27	0.365	0.195	0.195	0.247

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計 3件)

磯部魁, 永井翠, 直感的な筋電義指における遅延時間の検討, 第 27 回ライフサポート学会フロンティア講演会, 2018.

水落大生, 永井翠, 咀嚼カウントによる認知症予防デバイスの検討, 生体医工学シンポジウム, 2017.

生野琢郎, 永井翠, 脳波を用いた指運動・非運動屈曲動作の識別, 第 55 回日本生体医工学会大会, 2016.

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

永井 翠 (NAGAI, Midori)

東京工業高等専門学校・電子工学科・准教授

研究者番号: 60591154