

sEMG を用いたリハビリテーションシステムの特性評価に関する研究

○吉岡 大輝, 郭 書祥, 劉 毅

(香川大学創造工学部知能機械システム工学専攻)

Characteristic Evaluation of sEMG-based Rehabilitation System

○Taiki YOSHIOKA, Shuxiang GUO and Yi LIU

(Intelligent Mechanical Systems Engineering, Faculty of Design and Engineering, Kagawa University)

Abstract: Stroke, is a leading reason of disabilities for aged people. It is extremely important for stroke survivors to obtain effective rehabilitation training. In this paper, we present a sEMG-based rehabilitation system for stroke patients to perform home-based rehabilitation. Firstly, the relationship between the sEMG signals and the muscle forces were estimated by experiments. Secondly, a virtual environment was rendered by OpenGL and sEMG signals from a pair of antagonist muscles were used to detect the subject's motion. Finally, it was validated that the subject could operate the haptic device (Phantom Premium) to perform rehabilitation training in the proposed sEMG-based rehabilitation system.

1. はじめに

近年, 日本では急速に高齢化が進んでおり, 高齢者が増加することにより, 高齢者の死因の多くを占めている脳卒中の患者数も増加すると推測されている. 脳卒中中は助かった場合でも後遺症が残る場合が多くある. 生活していく上で, 上肢は使用頻度の高い部位であり, 老化により機能が低下した上肢に対するリハビリは大変重要であるが, 増加傾向にある高齢者に対して医者や介護士などの医療機関のスタッフは年々減少傾向にある. そこで介護士や療法士を必要としない効果的なリハビリテーションシステムの開発が求められている.

2. 研究目的とアプローチ

本研究では, 上肢リハビリテーションシステムのデバイスとして仮想空間 (VR) に作成した上肢を用いて, 片側麻痺患者に対するリハビリテーションシステムの構築を目指す. そのために, 手指から筋電図 (sEMG) 測定し, 二乗平均平方根 (RMS) を使用し特徴抽出を行った後, フィルタ処理を行い把持力との関係性を示す. 本研究ではフィルタ処理にバターワースフィルタを使用する. バターワースフィルタとは, 通過帯域が数学的に可能な限りフラットな周波数特性となるように設計されていて, 以前使用していたフィルタの周波数を変更したタイムラグの減少を行う. 以下に式を示す.

$$Bn(S) = \prod_{k=1}^n [s^2 - 2s \cos\left(\frac{2k+n-1}{2n}\pi\right) + 1] \quad (1)$$

$$Bn(S) = (s+1) \prod_{k=1}^{\frac{n-1}{2}} [s^2 - 2s \cos\left(\frac{2k+n-1}{2n}\pi\right) + 1] \quad (2)$$

3. sEMGの測定

Personal-EMG による EMG の測定を行う. 被験者は健康な 20 代男性である. 手指を曲げるときに発生する筋電位は深指屈筋, 伸ばし動作は深指伸筋を測定対象とする. ボールを使用するリハビリテーションのためにボールを把持する時の sEMG の最大値と, リラックスした状態で把持した時の sEMG を測定する. また, 把持力と筋電位の関係を調べるため, 握力計を使い測定を行うが, 把持力は曲げるときの筋電位を参考とするため, 深指伸筋の筋電位は一定とみなし, 指屈筋のみ測定を行う. 把持力の最大値を 35kg, 最小値を 5kg とし, 5kg ごとに測定を行った.

4. 測定結果

sEMG を測定し, 特徴抽出及びフィルタ処理後の sEMG の測定結果の一例として, ボールを把持した時の sEMG の測定結果を Fig. 1 に, 5kg 時と 35kg 時の sEMG の測定結果を Fig. 2 に示す. Table1 に 5kg から 35kg までの sEMG の測定結果をまとめる. Fig. 1 より指屈筋のリラ

ックス時の値が 0.02mV, 最大が 0.074mV, 指伸筋のリラックス時の値が 0.03mV, 最大が 0.12mV という結果を得た. また, Fig. 2 と Table1 より把持力が上がるのに比例して筋電位の値も上がることが分かった.

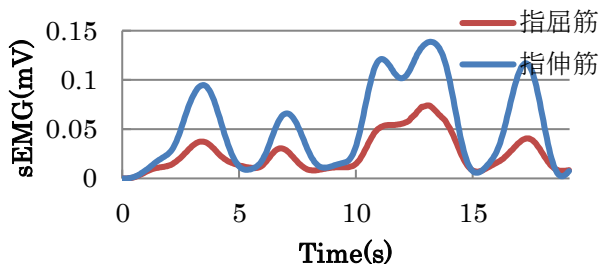


Fig.1 ボールを把持した時の sEMG の測定結果

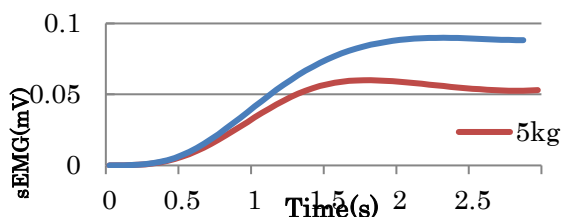


Fig.2 5kg 時と 35kg 時の sEMG の測定結果

Table1 5kg から 35kg までの sEMG の測定結果

力(kg)	sEMG(mv)
35	0.09
30	0.085
25	0.081
20	0.073
15	0.065
10	0.063
5	0.06

5. VR を用いたリハビリテーションシステムの構築

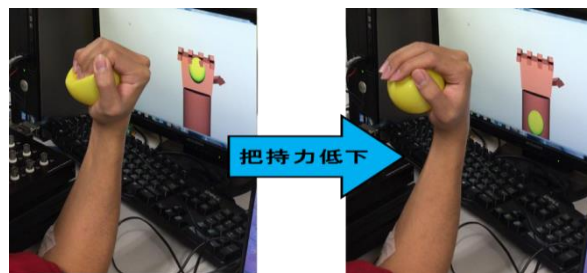
VR を用いたニューロリハビリテーションを提案する. 曲げ動作を行うとボールは小さくなっていき, 180 度に達するとボールが消えるようになっていく. また, 伸ばし動作を行うと, ボールは大きくなっていき, 伸ばし動作の 180 度に達するとボールは初期の大きさにもどる. ニューロリハビリテーションに応用するため, 把持を繰り返すと閾値が上昇していくシステムを構築した. 実験の様子を Fig. 3 に示す. また, ボールを把持し続けると把持力は低下する. 把持力が低下すると筋電位も低下するため, 把持を続けていても設定した閾値を下回るとボールが把持できず落下するシステムを構

築した. 実験の様子を Fig. 4 に示す.



(a) sEMG > 閾値 (b) ボール解放時 (c) sEMG < 閾値

Fig.3 ボールの連続把持実験の様子



(a) 把持力大 (b) 把持力小

Fig.4 ボールの継続把持実験の様子

6. これまでの課題と今後の課題

本研究では sEMG を用いた上肢リハビリテーションシステムの構築を目指し, 実験を行った. 把持力と筋電位の関係性を示すため実験を行ったところ, 把持力に比例して筋電位の値も大きくなることを確認した. また, ボールを使用した実験を行うことで, 視覚的にもより効果があるのではないかと考え, システムは閾値通りの動作を確認したが, タイムラグが発生することがあった. フィルタのカットする周波数を変更すると, タイムラグは少なくなるが sEMG の閾値設定が難しくなることが分かった. 今後の課題としては VR の良点と力覚ファントムデバイスなどを組み合わせた安価で高精度なシステムの開発に努めたい.

7. 参考文献

- [1] Shuxiang Guo, Muye Pang, Baofeng Gao, Hideyuki Hirata, Hidenori Ishihara, “Comparison of sEMG based Feature Extraction and Motion Classification Methods for Upper-limb Movement”, Sensors, Vol.15, pp.9022-9038, DOI: 10.3390/s150409022, 2015.