A206

皮膚電位 EMG を用いたマンマシン制御について

伊藤 安海[○](長寿医療センター研究所), 根本 哲也(長寿医療センター研究所),

上松 広之(岐阜大学大学院), 野方 文雄(岐阜大学)

Study on Man-Machine Interface Control System Using Skin Surface Electromyogram (SEMG)

Yasumi ITO, Tetsuya NEMOTO, Hiroyuki UEMATSU and Fumio NOGATA

ABSTRACT

Until recently, keyboard has been used as the primary input method for machinery operation system. But in recent years, numerous methods related to direct input interface have been developed. One of them is to measure the surface electric potential that generates on the skin surface during muscle contraction. Based on this fact, hand finger operation can also be recognized with the help of the surface muscle electric potential. This report mainly explains the method of recognizing the crookedness states of the hand fingers from surface electromyogram (SEMG) signals.

Moreover, the research on the biosignal control system with eye movement is also reported. We have designed a new biosignal control system that offers the disable the opportunity to control some electrical appliances. The biosignal control system is based on the signals derived from the forehead during eye movement, using five electrodes fixed on the forehead. The four directions of eye movement (up, down, left, and right) allow as four primary control signals. With selection of 2 signals from the four primary signals, we can get 16 different signals.

Keywords: SEMG, Man-machine interface, Eye movement, Biosignal Control, FFT

1. 緒 論

従来は機械操作システムとしてキーボード入力などの方法が用いられているが、近年、より直接的に指示するインターフェイスの開発が行われている¹⁻⁹⁾。その一つに、筋収縮時に発生する電位を皮膚表面で測定した表面筋電位を用いる方法がある。表面筋電位から手指動作を認識することで、福祉機器の操作、ロボットハンド操作、バーチャル・リアリティなどの分野で、マシンインターフェイス技術として応用が期待できる。また、脳波 (EEG) や眼球を動かした時に生じる電位 (EOG) を利用し、手足を動かすことなく意志を伝えたり、コンピュータの操作を行うことが可能なシステムが熱心に研究されている¹⁰⁻¹³⁾。

本報では、指屈曲運動および眼球運動に伴う皮膚電位 EMG を利用してマンマシン制御を行う技術について報告する。

2. 筋電シグナルを利用した指屈曲動作の認識

2.1 実験方法

表面筋電位の測定には2個の電極 (Ag-AgCl 電極) と1個の基準電極を1組として用いる双極誘導法で行った。

基準電極の貼り付け位置は、指屈曲時の筋電位の影響が少ない肘に貼り付けた。Fig. 1 に実験の概略図を示す。

Fig. 1 の(A)は親指を屈曲させたときの筋電位が他の指よりも顕著に現れる位置に貼り付けた。同様に(B)は人差し指、(C)は中指、(D)は薬指、(E)は小指についての貼り付け位置である。

Fig. 1 Experimental setup

2.2 指屈曲状態の認識

親指、人差し指、中指、薬指、小指の屈曲状態を認識するために、それぞれの指を4つのSTEPに分けて屈曲させた。指を屈曲させる (STEP 1~3)、指を伸展させる (STEP 0) という動作を5秒間隔で繰り返し、STEPを0, 1, 2, 3と変化させて表面筋電位の測定を行った。ここで、表面筋電位はサンプリング周波数 120Hz、分解能 8 bit で測定し、周波数解析により 20~40Hz 領域の平均値とした。親指は他の指と構造が異なるため、屈曲方法を別に定めた。

2.3 親指の屈曲方法

Fig. 2 に各 STEP での親指の屈曲状態を示す。

STEP 0…指を伸ばした状態

STEP 1…指節間関節 (IP joint) のみを曲げられるだけ屈曲させた状態

STEP 2…IP joint 中手指節関節 (MP joint) を曲げられるだけ屈曲させた状態

STEP 3…親指の手根中手関節 (Carpometacarpal joint) から屈曲させ、IP joint と MP joint を曲げられるだけ屈曲させた状態

2.4 その他の指の屈曲方法

Fig. 3 に各 STEP での人差し指、中指、薬指、小指の屈曲状態を示す。

STEP 0…指を伸ばした状態

STEP 1…近位指節間関節 (PIP joint) を約 90 度に屈曲させた状態

STEP 2…中手指節関節 (MP joint) を約 45 度、PIP joint を約 90 度に屈曲させた状態

STEP 3…指先が手のひらに付くまで曲げた状態

Fig. 3 Movement of for fingers except a thumb

2.5 実験結果および考察

Fig. 4 に各電極貼り付け位置における指屈曲時の筋電位を示す。測定位置(A)では、親指を曲げるほど表面筋電位は大きく現れ、他の指を屈曲させても筋電位の変化は僅かである。また、他の測定位置でも、特定の指の屈曲に対して表面筋電位が大きく現れる現象が確認できる。以上のことから、各測定位置の筋電位の変化から指屈曲状態の認識が可能であることが明らかとなった。

3. 眼球運動による生体シグナルの測定

3.1 実験方法

Fig. 5 に本研究で用いた眼球運動による生体シグナル利用型機器操作システムを示す。ヘッドバンドには額中央を中心に5個の電極を取り付け、これを2種類の信号として導出した。これによって左右の脳からの信号を別々に測定することが可能である。なお、電極を接触する前に額には緩衝媒体を塗っておいた。測定開始前は目を閉じて安静にし、1分程して電位が落ち着いてからシグナルの測定を開始した。

Fig. 5 Diagram of experiment system

3.2 測定結果

眼球を動かすと、大きな電位の増加が計測された。Fig. 6 に上下左右を見る4種類の基本動作に対して測定された4種類の基本信号を示す。なお、Fig. 6の(A)が上を見た場合、(B)が下を見た場合、(C)が左を見た場合、(D)が右を見た場合に測定されたシグナルである。

3.3 機器操作システムへの応用

眼球の運動を区別できるのは、上下左右の4種類であるが、この4種類の信号を基本信号として組み合わせることで、より多くの種類の信号を作り出すことができる。

まず、上を見た時をU、下を見た時をD、左を見た時をL、右を見た時をRと表す。ここで、4種類の異なった信号を3個組み合わせた場合、64通りの組み合わせができる。この組み合わせをアルファベット(26文字)の1文字にそれぞれ置き換えて入力信号とすれば、眼球を動かすだけで文字を入力することが可能である。

また、文字入力装置への応用以外にも、組み合わせた信号をコンピュータの特定の命令に振り分けることにより、コンピュータを介して様々な機器操作を行うことが可能である。この方法では、手を使った通常の操作よりも素早い操作を行うことさえ可能である¹⁴⁾。

Fig. 7 は、眼球をゆっくり左右に動かした時に計測さ

れたシグナルである。この電圧の変化を利用すれば、単なるU, D, L, Rの信号としてだけでなく、アナログの制御シグナルとして利用できるため、複雑な機器操作も可能となる。

Fig. 6 Biosignals with eyes movement

Fig. 7 Biosignals with slow eyes movement from right to left

4. 結 言

指屈曲運動および眼球運動に伴う皮膚電位変化を測定し、測定されたシグナルのマン・マシン制御への応用を検討した結果、以下の知見が得られた。

- 1) 前腕部に貼り付けた5組の電極から検出される表面筋電位を解析することで、指の屈曲状態を認識する方法を確立した。
- 2) 筋電出力と屈曲との関係をマスターカーブとして取得しておけば、被験者によらず定量的な指の屈曲状態の認識が可能である。
- 3) 眼球運動により、4種類の基本信号を特定することに成功した。
- 4) 眼球運動の4種類の基本信号を3個組み合わせることで、64種類の信号を得ることができた。
- 5) 眼球をゆっくり動かした場合、生体信号はアナログ的に変化するため、複雑な制御への応用も可能である。

5. 謝 辞

本研究の一部は財団法人日産科学振興財団（第33回認知科学研究助成）により支援された。

参 考 文 献

- 1) 横井浩史, 西川大亮, 俞文偉, 嘉数侑昇: バイオミメティクスハンドブック, (株) エヌ・ティー・エス (2000) pp. 925-931.
- 2) Yasumi, I., Hiroyuki, U., Fumio, N., Tetsuya, N., Akira, I., Kazuharu, K., Hiroyuki, M.: Finger Curvature Movement Recognition Interface Technique Using SEMG Signals, Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 23, Issue. 23 (2007) pp. 43-46.
- 3) Jebson, R. H., Taylor, N., Trieschman, R. B., Trotter, M. J., Howard, L. A.: An Objective and Standardized Test of Hand

Function, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 50 (1969) pp. 313-319.

- 4) Maier, M. A., Hepp-Reymond, M. C.: EMG Activation Patterns During Force Production in Precision Grip. I. Contributions of 15 Finger Muscles to Isometric Force, Experimental Brain Research, 103 (1995) pp. 108-122.
- 5) Weiss, E. J., Flanders, M.: Muscular and Postural Synergies of the Human Hand, Journal of Neurophysiology, 92 (2004) pp. 523-535.
- 6) Jiang, M. W., Wang, R. C., Wang, J. Z., Jin, D. W.: A Method of Recognizing Finger Motion Using Wavelet Transform of Surface EMG Signal, Proceedings of The 27th Annual International Conference of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 27-3 (2005) pp. 2672-2674.
- 7) Choi, K., Koike, Y., Hirose, H., Iijima, T.: Prediction of four degrees of freedom arm movement using EMG signal, Proceedings of The 27th Annual International Conference of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 27-6 (2005) pp. 5820-5823.
- 8) Choi, H., Jeong, J. H., Hwang, S. H., Cho, W. H.: Feature Evaluation and Pattern Recognition of Lower Limb Muscle EMG during Postural Balance Control, Key Engineering Materials, 326-328 (2006) pp. 867-870.
- 9) Chu, J. U., Moon, I., Mun, M. S.: A Real-Time EMG Pattern Recognition System Based on Linear-Nonlinear Feature Projection for a Multifunction Myoelectric Hand, IEEE Transaction on Biomedical Engineering, 53-11 (2006) pp. 2232-2239.
- 10) 野方文雄, 大西秀憲: 脳波を利用した機器操作システムについて, 脳の科学, Vol. 21 (1999) pp. 750-751.
- 11) 柴崎浩, 米倉義晴: 脳のイメージング, 共立出版株式会社 (1994) pp. 12-16.
- 12) 福井國彦, 河内十郎: 左の脳と右の脳, 医学書院 (1985) pp. 32-40.
- 13) 水野有武: 光・眼・視覚, 産業図書株式会社 (1994) pp. 28-31.
- 14) 堺章: 目でみるからだのメカニズム, 医学書院 (1994) pp. 138-159.