

339 生体信号を用いたフレキシブルマニピュレータの制御

Control of a Flexible Manipulator by Using Bio-potential Signals

○正 佐々木 実 (岐阜大) 学 和田 栄治 (村田機械) 非 崔 京虎 (岐阜大院)

正 清水 年美 (新潟大) 非 伊藤 聡 (岐阜大)

Minoru SASAKI, Gifu University, Yanagido1-1, Gifu, Gifu

Eiji WADA, Murata Machinery, Ltd.

Kyoung ho CHOI, Gifu University

Toshimi Shimizu, Niigata University

Satoshi Ito, Gifu University

Key Words: Flexible manipulator, Bio-potential signal, EOG, EMG, Teleoperation

1. 緒論

現在, EOG (眼電位: Electro-oculogram), EMG (筋電図: Electro-myographic), EEG (脳波: Electro-encephalographic) 等の生体信号を解析利用する試みが多く行われている。その結果, 使用可能な制御信号として生体反応を用いることで機器の制御を行う試みが行われ始めている⁽¹⁻²⁾。これにより, 一般の入力装置であるキーボードやマウスなどが使用できない障害を持った人でもパーソナルコンピュータ(以下 PC)などの OA 機器の使用が可能になりつつある。この結果, 障害者の自立を助けることになり, 介護している人の負担も減る。さらに, 健康者であってもハンズフリーで自分の意志で直接機器操作をする事が可能となる。そのような機器の制御において重要となるのは, 通常出ている生体信号と使用者が意図的に発生させた信号を判定するという事である。機器を制御するにあたって, PC などの OA 機器のみを制御した場合, 使用者の意図を他者に伝えたりすることが可能であるが, 物理的な行為は不可能である。そこで, 物理的な行為を行うことを目的としてマニピュレータを制御することで手の代わりをさせることを試みる。

マニピュレータの障害者補助利用や福祉機器への応用を考えた場合, 従来の剛構造より柔構造であることが望ましい。そこで, 機構系を軽量化柔構造とすれば, 振動を伴い問題となるが, これを制御的に補償することができれば, エネルギー消費が小でかつ高速化が可能となる。

以上より, 本研究では生体信号を用いてフレキシブルマニピュレータを制御することを試みる。そこで先ず, 簡易生体信号検出装置を用いて検出した生体信号を解析し, 制御信号として判別・使用可能な生体反応についての検討を行う。次に, フレキシブルマニピュレータの振動抑制制御についての検討を行い, 最後にこれらの結果を用いることで, 生体信号を用いたフレキシブルマニピュレータの先端位置を制御するシステムの開発を行い, その有効性について検討を加える。

2. 利用可能な生体反応の検出

使用可能な生体反応の種類として, EOG シグナルと EMG シグナルが上げられる。先ず EOG シグナルでは, Fig.1 に示すように特徴のある EOG シグナル 100 サンプルをフィードフォワード学習を行った 100 入力 1 出力の 2 層 (各ユニット数: 2, 1) 応答関数: 対数シグモイド関数, 対数シグモイド関数) のニューラルネットワークを通して判別して

いる。これにより「右を見て戻す(EOG Right)」, 「左を見て戻す(EOG Left)」を判別可能にしている(Fig.1)。さらに, EMG シグナルでは, Fig.2 に示すように通常状態よりも大きな EMG シグナルを発生させることで, しきい値を用いることで判別している。これより「眉をつり上げる(EMG Click)」を判別可能にしている。「歯を噛み締める」の状態は, シグナルは通常状態より高く, 「眉を吊り上げる」より低く, 時間が長いという特長があった。「ウインク」の状態は Fig.3 に示すような信号であり, これら特長を用いることで判別を可能とした。これより本研究では, 使用可能と判断した生体反応は, 「眉を吊り上げる(Up)」, 「歯を噛み締める(E)」, 「眼球を左に動かして戻す(L)」, 「眼球を右に動かして戻す(R)」, 「片目でウインクを行う(W)」(Fig.3)である。比較のために通常状態の生体信号を Fig.4 に示す。

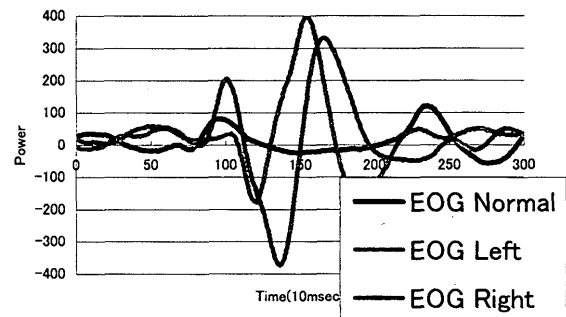


Fig.1 EOG Signal

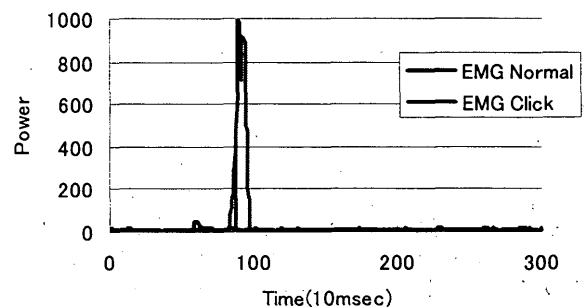


Fig.2 EMG Signal

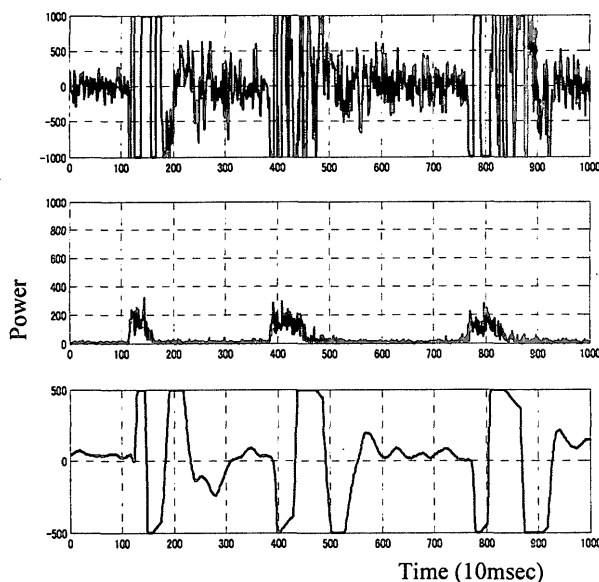


Fig.3 Signal of Winking of left eye

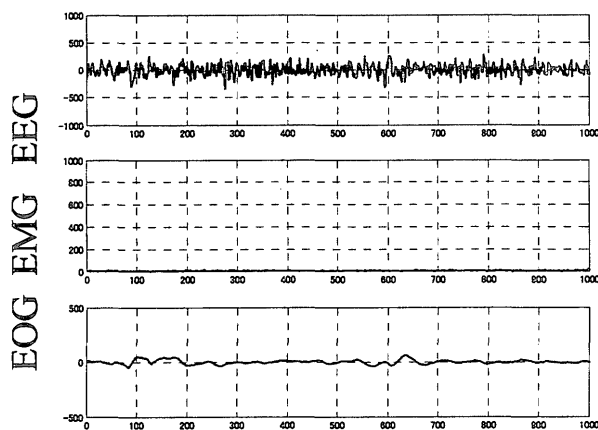


Fig.4 Ordinary state bio-potential signals

3. 生体信号利用制御システム

本研究では、生体信号検出装置として Brain Actuated Technologies 製 Cyberlink™ を用いた。Cyberlink™ は生体信号検出部分であるヘッドバンド、ヘッドバンドと PC をつなぐインターフェイスボックスから構成される。ヘッドバンドの中央には 3 つの電極がついており、インターフェイスボックスを経由して EOG, EMG, EEG に分離され検出される。このさい、それぞれのシグナルは変換され EEG は -1000 ~ 1000[0.1 μ V], EMG は 0 ~ 1000[0.1 μ V], EOG は -500 ~ 500[0.1 μ V] の整数値で送られる。インターフェイスボックスと PC はシリアルケーブルによって接続されており、0.2[Hz] のハイパスフィルタ、3000[Hz] のローパスフィルタを持ち、サンプリング周波数は 100[Hz] である。実験システムを Fig.5 に操作画面を Fig.6 に示す。実験装置の構成は、本研究では、目標物を指示することで 3 次元座標を指示するシステムを制作した。このさい、指示する方法として CCD カメラによるステレオ視を行い、CCD カメラ上に映った目標物を生体信号を用いて操作したカーソルによって指示するシステムを考えた。先ず入力生体信号を利用して

モニター上で希望移動位置を指示し、無線モデムを介してデジタル I/O より DSP に送られる。次に DSP で演算処理された後、制御入力信号が D/A ボードを通して出力され、サーボアンプを介してモータに送られる。ここで、サーボアンプには速度制御型を用いた。DC モータの回転角はエンコーダで検出され、サーボアンプにフィードバックされる。なお、エンコーダデータはカウンタボードを通して DSP に送られる。アームに取り付けた歪ゲージからの信号は、動歪計によって増幅され、A/D ボードを介して DSP に取り込まれる。

4. 結言

本稿では生体信号を利用したフレキシブルマニピュレータ制御の一手法を提案・実証した。その結果提案した手法でフレキシブルマニピュレータが操作できることが確認できた。しかし提案した手法ではオンオフ制御に近いものであり、今後は、よりサーボ制御に近い形への発展を目指したい。

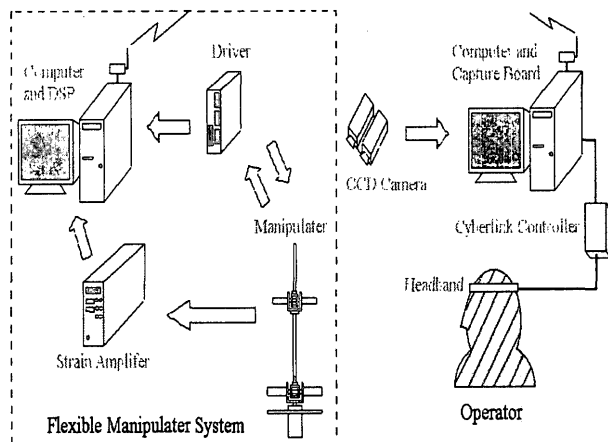


Fig.5 Experimental System

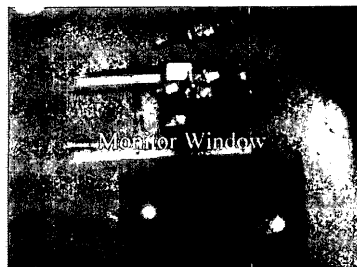


Fig.6 Operation window

参考文献

- (1) K. Choi, M. Sasaki, "Mobile Robot Control by Neural Networks EOG Gesture Recognition", Proc. of the Neural Information Processing Volume 1, pp. 170-175, 2001.
- (2) K. Choi, M. Sasaki, "Brain-Wave Bio Potential based Mobile Robot Control: Wavelet-Network Pattern Recognition Approach", Proc. of the 2001 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp.322-328, 2001.