

選択的不感化ニューラルネットを用いた表面筋電位信号からの手の動作推定

川田 浩史[†] 山根健[†] 末光厚夫[‡] 森田昌彦[†]

[†]筑波大学大学院 システム情報工学研究科 〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1

[‡]北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 〒923-1292 石川県能美市旭台 1-1

1. 背景

手は生活の中で重要な役割を果たしており、その動作を表面筋電位信号(以下、EMG)から識別することは、筋電義手や新たなインタフェースの開発にも繋がる重要な問題である。これに関する研究の歴史はかなり長い、EMG から多数の複雑な動作を識別することには様々な困難がある。

まず、1つの動作に多数の筋肉が関与する上に信号の重畳があるため、動作と筋電センサ群との関係は非線形かつ複雑である。また、信号は個人ごとに大きく異なり、ある個人に注目しても日や体調によって変動するため、多数の学習サンプルを用意することは難しい。さらに、同じ時刻に同じ動作を行った場合でも、力の入れ具合や動かす速さによって筋電位信号は大きく変化する。

このため、従来の識別手法の場合、

- 1) 事前に、使用者からできるだけ多くのサンプルを取得する
- 2) 信号の冗長性は悪影響を及ぼすため、必要なセンサを厳選し、最も効果的に配置する
- 3) 使用する(センサを貼る)たび、センサの位置決めを精密に行う
- 4) 安定した信号が発生するよう、使用者を訓練する

などの必要性があり、使用者に大きな負担がかかっていた。また、多くの場合、

- 5) スペクトル解析など複雑な前処理を行う
- 6) 識別に適した特徴を動作ごとに抽出することも必要のため、リアルタイムな動作識別や、別の動作を新たに識別することが困難であった。

これに対して我々は、多層パーセプトロンの本質的な問題点を解消し、少ないサンプルでかなり広いクラスの関数を精度良く近似することのできる選択的不感化ニューラルネット(SDNN) [1,2]を識別器として用いることによって、上記の問題点を改善したシステムを開発した。

2. 本システムの構成と特徴

本システムは、筋電センサ、センサケーブル、筋電位測定装置、A/D 変換ボード、識別器、モニタから構成される。

筋電センサによって取得された EMG は、センサケーブルを経て筋電位測定装置で増幅およびフィルタ処理される。そして AD 変換ボードで PC に取り込み、簡単な前処理(正規化と符号化)を行った後、SDNN によって構成した識別器により、どの動作であるかを識別すると同時に、その動作をどの程度の速さ(または力の大きさ)で行ったかを推定する。識別結果はモニタに表示される。本システムの構成図を図 1 に示す。

本システムの特徴は以下の通りである。

- 1) 非常に少ないサンプル(1 動作につき 2~3 個)でよい。
- 2) センサの数が十分であれば、位置はあまり関係ない。冗長であっても全く構わない。
- 3) その都度サンプルを採取するので、センサの位置決めは大まかでよい。
- 4) 使用者の事前の訓練などは不要である。その日の体調や気候の変化による影響はない。
- 5) 複雑な前処理が不要であり、識別器の計算量も多くないので、リアルタイムに動作識別ができる。
- 6) 動作に依存した特徴抽出を行わないため、新たな動作でも容易に学習・識別できる。

現在のところ、図 2 に示す 6 種類の動作を、図 3 の位置に貼ったセンサから得た 6ch の IEMG (EMG を積分したもの、図 4)から高精度で識別することに成功している。また、動きの速さについても、多少の誤差はあるが従来にない精度で推定可能である[3]。

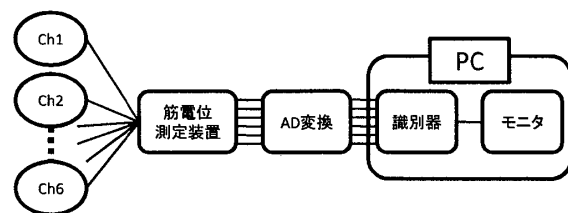


図 1: 本システムの構成図

Estimation of Hand Motion from Surface EMG Signals Using a Selective Desensitization Neural Network

[†] Hiroshi KAWATA(kawata@bclesys.tsukuba.ac.jp)

[†] Ken YAMANE

[‡] Atsuo SUEMITU

[†] Masahiko MORITA(mor@bcl.esys.tsukuba.ac.jp)

[†] Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba, 1-1-1 Ten-nodai, Tsukuba-shi, 305-8573 Japan

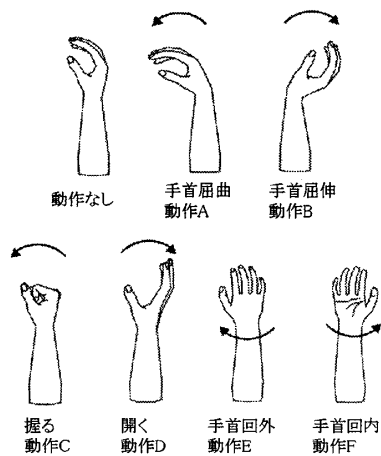


図 2: 識別動作

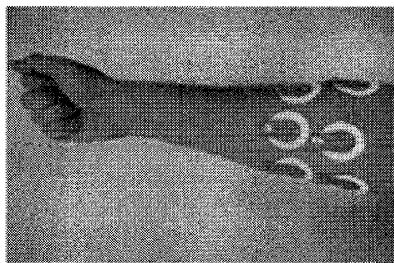


図 3: 筋電センサ貼付位置

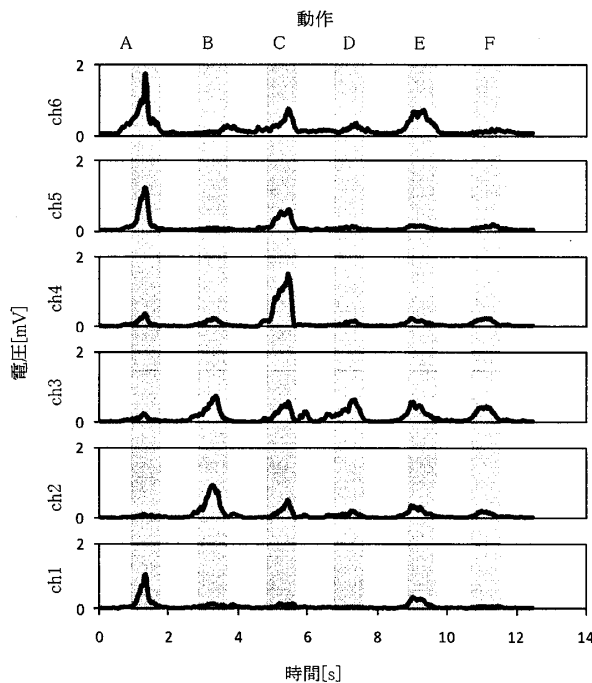


図 4: IEMG と動作の対応

3. 「じゃんけん」デモシステム

今回は、簡略化したシステムをデモ展示する。このシステムは、使用者がじゃんけんをすると、システム側が手の形を識別してそれに勝つ画像を表示するというものである。動作がグー、チョキ、パーの 3 種類であり、速さの推定は行わない点で簡略化されている。

本デモシステムには、前記の一般的特徴に加えて、次のような特徴がある。

- グー、チョキ、パーの形状は自由であり、それぞれサンプル取得時に出したほぼ任意の形状に対応させることが可能である。
- センサの貼付に多少時間がかかるが、サンプル取得から実行までの時間は約 1 分しかかからない。疲労やセンサの位置ずれにより EMG が変化しても、容易に再学習することができる。

デモの実行手順は以下の通りである。

- 1) 前準備: 6ch 分の筋電センサを腕に貼り、筋電位測定装置と筋電センサをセンサケーブルで繋ぐ。どのセンサをどのケーブルに繋いでもよい。
- 2) サンプル取得: キーボードの 0~3 をそれぞれ「グー」、「チョキ」、「パー」、「何も出さない」に割り当て、番号を入力した後それぞれの動作を行う。これを 3 回繰り返す。
- 3) 学習: キー入力によってサンプルの取得を終了すると、SDNN の学習が始まる。学習が終わるまで 10~20 秒程度である。
- 4) じゃんけんの実行: モニタに何も表示されていない状態であれば、任意のタイミングでじゃんけんをしてよい。使用者が手を出すのとほぼ同時に、モニタにシステム側が出す手の画像が表示される。

参考文献

- [1] 森田昌彦, 村田和彦, 諸上茂光, 末光厚夫: 選択的不感化法を適用した層状ニューラルネットの情報統合能力, 電子情報通信学会論文誌(D-II), J87-D-II, 2242-2252 (2004).
- [2] 森田昌彦: 「関数近似装置、強化学習システム、関数近似システムおよび関数近似プログラム」, 国立大学法人筑波大学, 特開 2000-64216 (2009).
- [3] 森田昌彦, 川田浩史: 「動作識別装置および動作識別システム」, 国立大学法人筑波大学, 特願 2009-167222 (2009).