

J-038

口の動きによる低周波生体電気信号を用いたインタフェースの開発

Development of Interface using Low-Frequency Bioelectric Signals

岩下 輝彦*
Teruhiko Iwashita

堀 潤一*
Junichi Hori

1. はじめに

コミュニケーションは人間が基本的な生活を行うために必要なものである。しかし、病気や事故などが原因で発話できなくなる場合や静肅性が求められる環境や公共の施設などで発話が制限される場合がある。

解決策の1つとして、声を出さずに口の動きだけでコミュニケーションをとる方法が注目されている^{[1][2][3]}。本研究では口周辺に貼付した表面電極で口の動きに伴う低周波生体電気信号を計測した。ここでいう低周波生体電気信号とは皮膚-電極間で生じるモーション・アーチファクトなどが含まれる 15Hz 以下の信号である。自然に動作した場合と特定の動作を指示した場合の母音の認識を試みた。そして、リアルタイムで口の動きを識別することにより、入力インタフェースを開発した。

2. 方法

2.1 システム構成

使用する周波数が低いため、目の近くに貼付すると眼電図が検出された。そのため、なるべく動作で電極が剥がれないよう注意しながら口周辺に貼付した。本システムでは5個の電極を使用し、大頬骨筋(X1, X2)、笑筋あるいは咬筋(X3, X4)、耳朶(A)に貼付した(図1)。Aを基準とし、X1, X2とX3, X4の電位変動を検出するチャンネルをそれぞれCh.1, Ch.2とした。これらのチャンネルから検出される信号を交流結合増幅し、0.53~15Hzのバンドパスフィルタを施した。その後、サンプリング周波数100HzでAD変換し、低周波生体電気信号を取り込んだ。チャンネル間での特徴解析処理により、口の動きの識別を行い、意図情報を生成した。

2.2 信号処理

無発声日本語母音動作によって発生した低周波生体電気信号から母音を認識するため、事前に設定した上限,下限閾値をそれぞれの条件の通りに越えた際に意図情報を出力した(図2)。

閾値設定の手順は、まず事前に予備入力としてディスプレイ上に表示したアニメーションの指示に従って無発声日本語母音動作を行う。それぞれの動作により低周波生体電気信号が得られ、各々の最大値と最小値の80%を閾値初期値と設定した。初期値と各々の最大値あるいは最小値間でもっとも精度が高くなる閾値の組み合わせを選択、決定した。

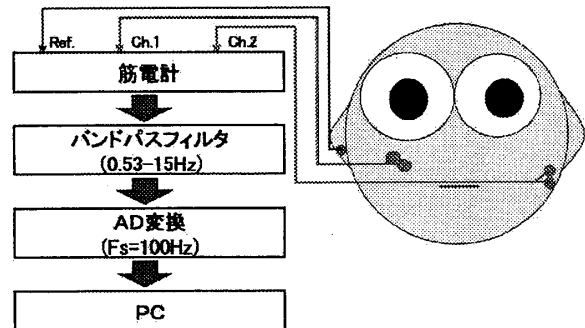


図1 システム構成

Input	Signal processing		Output
	Ch.1	Ch.2	
			あ
			い
			う

図2 意図情報の入出力関係

2.3 無発声日本語母音認識実験

被験者を20代健常男性7名とし実験を行った。被験筋を大頬骨筋、頬筋、咬筋、笑筋の4つとして、それぞれに対して電極を貼付した。被験者は練習や動作制限をせずに自然な日本語母音「あ、い、う、え、お」の口の動きを行った。

上記の実験を踏まえて被験者を20代健常男性2名とし実験を行った。再現性のある被験筋を特定し、さらに複数パターンの動作方法がある場合、動作を指定することにより、入力インタフェースに用いる口の動きを特定した。

2.4 意図情報入力実験

2.3の実験で識別できた日本語母音を入力とし、意図情報として出力する実験を行った。被験者は2.3と同様とした。その際、出力がフィードバックされるコミュニケーションツールを図3に示す。入力する母音はランダムとし、それぞれの回数は同じとした。

*新潟大学大学院自然科学研究科

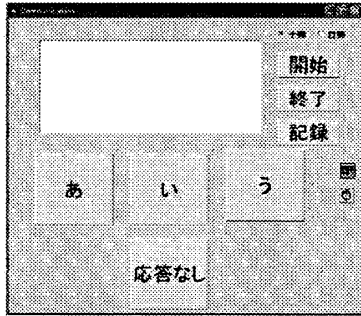


図3 コミュニケーションツール

本研究では、意図した入力为正しくされた割合を意思伝達率とし、

$$\text{意思伝達率} = \frac{\text{正出力回数}}{\text{全入力回数}} \times 100 [\%]$$

と定義する。また意図していない出力を誤作動とし、入力したが出力がないものを未出力とし、誤作動率、未出力率を次のように定義する。

$$\text{誤作動率} = \frac{\text{誤作動回数}}{\text{全入力回数}} \times 100 [\%]$$

$$\text{未出力率} = \frac{\text{未出力回数}}{\text{全入力回数}} \times 100 [\%]$$

以上の3つの方法でシステムの有用性、操作性を評価した。

3. 結果・考察

3.1 自然体の日本語母音の識別について

日本語母音の口の動きは同じ母音でも人により異なり、被験者7人では「あ」の口の動きの場合、「わ」のように上下に大きく開く人もいれば、下顎だけを使って動作する人もいた。大頬筋と笑筋では識別が難しく、咬筋での識別では可能性が見られた。「い」は頬を上へ引き上げる人もいれば、下顎を外方に引く人もいた。そのため、両方の「い」を識別するには上へ引き上げる大頬筋と下顎を下方へ引く笑筋が必要となる。「う」はほとんど個人差が見られず、共通して前方に突き出す動きが見られた。「え」は個人差が大きく、動作制限が難しかった。「お」は基本的に被験者すべて同じような動作を行っていたが、「う」と波形が類似してしまうため、識別が難しかった。そのため、電極数を増やさない限り識別は難しいと考える。

しかし、「い」と「う」に関して大頬筋と笑筋に電極を貼付することで練習や訓練していない自然体の日本語母音「い、う」をほぼ100%の確度で識別できた。

以上の結果より、日本語母音における口の動作にはいくつかのパターンが存在することが判明した。そこで被験者に以下の(1)、(2)の動作指定を行い、日本語母音の口の動きを行った。

(1)下顎のみを使う「あ」

(2)頬を上に向かって引き上げる「い」

今回は「あ、い、う」の識別を大頬筋と咬筋で可能にした。

3.2 意思情報入力実験について

評価結果を表1に示す。被験者A、Bともに高確度が得られた。しかし、誤作動や未出力があった。長時間の実験では、ペーストが溶けて電極がずれやすくなったため、検出波形が大きく変動して誤出力が起こった。特に「あ」は同じ動作を行っても、疲れなどが原因で試行ごとに口をあける大きさが異なり、検出波形が変化するため、未出力が起こった。上記の2つは適度な実験時間を設定することや信号処理の方法を検討することで改善されたと考える。また、動作指定に慣れていない場合、動作に多少の混乱や躊躇がみられた。このことから訓練システムなどを構築し、動作指定に慣れてもらう必要があると考える。

表1 意思情報入力実験

被験者	意思伝達率 [%]	誤作動率 [%]	未入力率 [%]
A	90.0	3.3	6.0
B	93.3	1.6	5.0

4 まとめ

口の動きによる低周波生体電気信号を用いた入力インタフェースを開発した。無発声日本語母音の中で大頬筋と笑筋に電極貼付することで「い」と「う」を識別できた。更に「あ、い」に動作指定を課すことで「あ、い、う」の3つの状態を識別できた。識別できた動作指定のある「あ、い、う」を用いたコミュニケーションツールにおいて高確度の意思伝達率が得られた。今後、「え、お」に関して動作制限や信号処理を検討していくことで識別できるものとする。

5 参考文献

[1]福田 修, 藤田真治, 辻 敏夫: EMG 信号を利用した代用発声システム, 気情報通信学会論文誌, Vol.88-D-II, No.1, pp.05-112, 2005.

[2]真鍋宏幸, 平岩 明, 杉村利明: 筋電信号を用いた無発声音声認識, NTT DoCoMo テクニカルジャーナル, Vol.10, No.3, pp.43-47, 2002.

[3]M.S.Morse, Y.N.Gopalan, M.Wright: Speech recognition using myoelectric signals with neural network, annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vol.13, No.4, pp.1877-1878, 1991.