

手指動作を用いた秘匿インタフェースの提案

門倉 章浩 (15611020)
ロペズ 研究室

1. はじめに

会議中などの状況下においてのコンピュータ操作は、コミュニケーションの阻害や周囲に悪印象を与えてしまう可能性がある。しかし、緊急を要する連絡や会話中などに出てくる不知の用語検索のために、ユーザはメールの送信やブラウジングといった操作が必要になることがある。そこで、本研究では、周囲には悟られずにコンピュータを操作するために、キーボード操作以外での片手の動作を使用したインタフェースを提案する。

2. 関連研究

本研究の関連研究として、東京大学の牧野らの筋電センサを使用した研究がある。複数の筋電センサを腕に装着することで人体が動作を行う際に発生する神経パルスを検出するため応答性の早さが期待できる。しかし、動作を検出する場合、各動作を司る各筋は体内で折り重なるように存在するため、識別するためには多くのセンサを必要としてしまい使用者に大きな負担となってしまう。

一方、本研究使用するデバイスはリストバンド型のため、小型で秘匿性に優れていると考えられる。また、入力方法の一つとして机上で行った動作も検出可能であるため、人が癖で行ってしまうような違和感の少ない動作を使用することができる。使用するインタフェース(以下、端末とする)には、コンタクトマイクを2つ取り付け、端末を左手首に装着する。この際、各センサは手の甲側、掌側それぞれに一つずつ設置している。この端末により、左手で動作を行った際に発生する振動信号を習得する。収集した各動作の波形を解析し様々な特徴量を求め、得られた各動作の波形特徴を比較することで各動作の識別を行うことができる。

3. 手指の動作信号の取得方法

本実験で使用するコンタクトマイクで検出できる手指の動作信号は大きく分けて2種類存在する。指先などが物体に接触した場合、接触した部位から骨に振動が伝わる。この振動を骨伝導として手首の装置で検出する手法である。この際に観測される骨伝導は、動作に使用された指の長さの違いによって波形の振幅や波長に影響がでると考えられるため、この点を各動作の特徴量として使用できる。もう1つの手法は、指を動作させるときに使用する筋を使用する手法である。親指以外の指を進展させる場合は総指伸筋を使用し、逆に屈曲させる場合は浅指屈筋を使用する。これらの筋から発生する振動を使用し、どの指が使用されたかを

判別できる。

予備実験として、2つのコンタクトマイクの設置位置の候補3箇所、小指から順に5本の指をそれぞれ動かし機をタップした波形を記録した。図1には前腕部に存在する橈骨にセンサ1、尺骨にセンサ2を設置した方法、図2には総指伸筋に沿って指側にセンサ1ひじ側にセンサ2を設置する方法、図3には浅指屈筋に沿って指側にセンサ1ひじ側にセンサ2を設置する方法を示す。

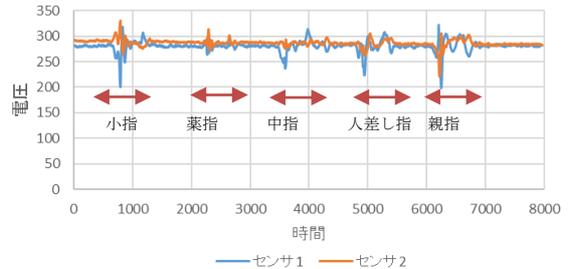


図1 橈骨と尺骨からの骨伝導

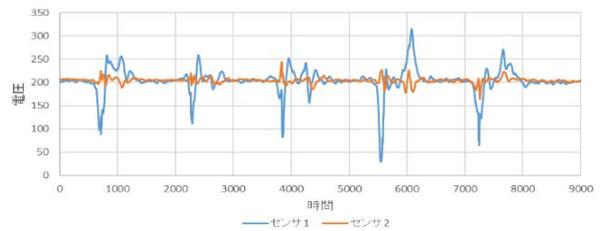


図2 総指伸筋からの振動

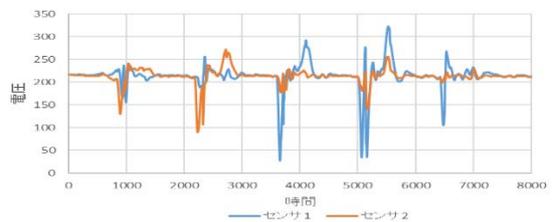


図3 浅指屈筋からの振動

以上の予備実験の結果、動作の際に総指伸筋と浅指屈筋の波形は骨伝導の波形よりも大きく反応している。よって、本実験で使用する動作に対応するために、指の進展と屈曲に対応できるように各筋にそれぞれコンタクトマイクを設置することで動作の波形を記録する。

4. 実験

本実験では、指動作群、手首動作群、腕動作群で構成される計 23 種類の動作を被験者 9 人について評価する。実験環境の設定として、会議中に装置を使用することを想定し、被験者は椅子に座り机上で動作を行うものとする。

はじめに、上述した 23 種類の手指動作について、装置を使用する想定環境下において、第三者目線からみて違和感があるかどうかを数値が大きいほど違和感があるとして 5 段階で評価した。

次に図 4 に示すように被験者の左手首に装置を着け 23 種類の動作を各 10 回行ってもらい、それぞれの波形を記録した。この際、装置は毎回着けなおして記録する。これは、実際に使用する際に装置の位置がずれた場合に各動作の波形が変化することを考慮したためである。



図 4 デバイス装着図

記録された各動作の波形を解析し、動作のサンプル電圧値の合計、平均値、最大値、最小値、標準偏差、二乗和、分散、ゼロクロス回数、SSC (Slope sign Change) 回数から構成される 9 種類の特徴量を二つのセンサから出した計 18 種類の特徴量を使用する。各動作の特徴量を波形解析ソフト WEKA の J48(以下、解析ソフト)を使用し識別精度を算出した。実験には、23 動作全てを使用した全動作、23 動作を解析ソフトで使用した際に分散傾向や他の動作との類似傾向が大きい動作を排除し 5 動作まで減らした精度特化、上述した違和感判定での上位 5 つを使用した自然性特化と題して被験者 9 名の識別精度をそれぞれ算出する。

5. 実験結果と考察

違和感評価の上位 5 動作と全動作平均値を表 1 に示す。

表 1 自然精度特化動作結果

	全被験者平均値
手の把握	1.67
親指フリック	1.33
親指タップ	2.00
把握型フリック	1.33
連続タップ	1.67
全動作平均値	2.58

違和感が少ないと評価された上位 5 動作は手の把握動作、親指を使用したフリック動作、親指を使用したタップ動作、親指以外を使用した把握型のフリック動作、親指以外を使用した連続したタップ動作であった。こ

の 5 つの動作の特徴としては、他の動作に比べ外見上での動きが少ない動作であり、他の動作群よりも動きの少なかった指動作群は他の動作においても比較的違和感の少ない結果がでた。

次に、各被験者における上述した三種類の識別精度の実験結果を表 2 に示す。全動作では分類精度は 28% と低かったが 5 種類まで識別する動作を減らした精度特化では識別精度を平均 85%まで引き上げることが出来た。各動作を 10 回測定する際に装置を毎回着けなおしたが実験結果より識別が出来ているので装置の装着位置が若干ずれた場合でも同様の特徴量が検出できることがわかった。また、被験者それぞれにおいて特徴量が強く観測できる動作は異なっていた。以上より、被験者ごとにキャリブレーションが必要だと考えられる。表 2 における精度特化の分類精度が低かった被験者 D, G においても 4 種類に分類数を減らすと 80%まであげることが出来た。自然性特化を使用した結果については精度特化よりも低い識別精度になってしまっている。これは、4 種類が指動作で構成されているため類似した特長量を検出しやすくなってしまったためと考えられる。

表 2 実験結果

	全動作	精度特化	自然性特化	
被験者	A	29.6%	88.0%	70.0%
	B	23.9%	84.0%	62.0%
	C	36.7%	95.6%	77.8%
	D	18.3%	72.0%	48.0%
	E	27.1%	84.4%	44.4%
	F	31.3%	88.0%	72.0%
	G	27.4%	76.0%	44.0%
	H	22.2%	90.0%	46.0%
	I	30.4%	88.0%	62.0%
	平均	27.4%	85.1%	58.5%

6. むすび

本稿では秘匿入力インタフェースとして、コンタクトマイクを用いた手指動作認識手法を提案し、精度の検証を行った。秘匿入力インタフェースと使用することを考えるとアンケート結果の分類精度を向上させることが望ましい。実験結果より、アンケート結果の識別精度を向上させる手法としてはセンサの数を増やし各動作の要素を増やす方法と、アンケート結果を踏まえると指動作が、違和感が少ないと判断できるものが多いので今回提案した 23 動作以外として新たな指動作を提案することで既存の特徴量とは違う波形を使用する方法が挙げられる。今後の課題としては、実験で使用する装置を無線化すること、リアルタイムに動作の識別を行い、識別精度を向上させることがあげられる。

7. 参考文献

- [1]牧野泰才, 牧瀬壯四, 篠田裕之, ”筋電分布を計測するリストバンド型インタフェース”, 東京大学
- [2]大川 善邦, ”波形解析のための数値計算ソフト scilab 入門-信号のスペクトラム、ノイズ分析から特徴抽出まで”, CQ 出版
- [3]WEKA, The University of Waikato, <http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>