

DTW 距離と k 近傍法を用いた腕の運動の識別

天野 健人[†] 福永 修一[†] 小澤 隆太^{††}
[†] 東京都立産業技術高等専門学校 ^{††} 明治大学

1. はじめに

操作者の運動意図をセンサから読み取ることができれば機械装置や情報機器の制御が可能となる。運動の識別には加速度センサが用いられることが多く、ジェスチャ[1]や歩行運動の識別に応用されている。文献[2]は把持動作が腕の到達運動と関係していることを利用し、加速度センサよりも多くの情報を取得できる Inertial Measurement Unit (IMU) センサを用いて腕の運動を計測し、その情報から把持動作の識別を行った。文献[3]は IMU センサに加え筋電センサも使い、把持動作の識別アルゴリズムを提案している。しかしながら、この方法は 2 種類のセンサから得られる情報に対してそれぞれ独立に識別器を構成しており、2 種類のセンサ情報に対して統合した識別アルゴリズムは提案されていない。

本研究では IMU センサと筋電センサから得られる情報を統合して計算した Dynamic Time Warping (DTW) 距離を用いて k 近傍法により把持動作を識別する方法を提案する。そして、提案手法が IMU センサのみから得られる情報のみを用いた識別よりも識別率が高いことを示す。

2. DTW 距離と k 近傍法を用いた腕の運動の識別

本研究で識別する動作は日常生活においてよく使われる握力把持と精密把持、側面把持の3つとする。物体を把持する方向は上、横、下の3方向とする。したがって9種類の動作を識別することを目的とする。

取得する腕の運動情報は、前腕と上腕に取りつけた2つの IMU センサから得られる姿勢角と、浅指屈筋と深指屈筋に取りつけた筋電センサから得られる表面筋電位とする。2つの IMU センサから得られる姿勢角から手先位置に変換し、表面筋電位は積分筋電位に変換をする。識別器である k 近傍法には 3 次元の手先位置と 2 次元の筋電位の合計 5 次元のデータを入力する。

k 近傍法はテストデータのクラスを決めるために、テストデータと距離の近い k 個の学習データを選ぶ。取得した k 個の学習データの中で最も多いクラスをテストデータのクラスとする。ここでは距離の尺度として時系列データ間の距離を測る DTW 距離を用いる。

3. 実験

提案手法の有効性を示すために 9 種類の把持動作を識別する実験を行った。手先位置と筋電位を統合し

た情報を用いた識別方法が有効であることを示すために、手先位置のみでの識別と比較した。各動作を 15 回計測し、10 回分を学習データ、5 回分をテストデータとして識別を行った。k 近傍法を用いる上で k=8 とした。

表 1 に把持動作の識別率を示す。9 種類の動作全体の識別率は、手先位置のみで分類した場合が 77.8%、手先位置と筋電位で分類した場合が 88.9%となり、手先位置と筋電位で分類した場合の識別率の方が高い。とくに上からと横からの側面把持では手先位置と筋電位を用いた場合に識別率が大きく向上している。

表1. 把持動作の識別率 (%)

動作	手先位置のみ	手先位置と筋電位
上からの握力把持	80.0	80.0
横からの握力把持	100.0	100.0
下からの握力把持	80.0	60.0
上からの精密把持	60.0	100.0
横からの精密把持	80.0	60.0
下からの精密把持	100.0	100.0
上からの側面把持	40.0	100.0
横からの側面把持	60.0	100.0
下からの側面把持	100.0	100.0
全体の識別率	77.8	88.9

4. おわりに

本研究では IMU センサと筋電センサから得られた DTW 距離を用いて k 近傍法による把持動作の識別アルゴリズムを提案した。そして、提案手法の有効性を検証するために実験を行い、IMU センサと筋電センサからの統合した情報に対する識別アルゴリズムは手先位置のみの情報を用いた識別よりも識別率が高いことを示した。

最後に本研究は JSPS 科研費 19H04192 の助成を受けたものであり、ここに感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 村尾ほか, “加速度センサの定常性判定による動作認識手法,” 情報処理学会論文誌, Vol. 52, No. 6, pp. 1968-1979, 2011.
- [2] 玉井ほか, “腕の運動情報による筋電義手の制御システムの開発,” 第 17 回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会(SI2016), pp. 3056-3058, 2016.
- [3] 福永ほか, “筋電センサと IMU センサを用いた腕の運動の識別,” ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2020.