

表面筋電位による歩行動作の同定

知能ロボティクス研究室

松井健太

1. 緒言

近年、日本では少子高齢化が進んでおり高齢化率(総人口に占める 65 歳以上人口の割合)は 24.1%となっている。また、2060 年には高齢化率は 39.9%に達すると予想されている⁽¹⁾。したがって、日本では介護技術の需要が年々高まっている。本研究室では歩行訓練を寝たきりの要介護者を減らす有効な手段の一つだと考え、全方向移動型歩行訓練機の研究を行っている。この訓練機はタッチパネルで方向と速度を制御できる。足回りにはオムニホイールを使用しており、全方向移動を可能にしている。また、先行研究⁽²⁾では前腕荷重の変化による制御が行われた。しかし、タッチパネル操作や前腕荷重センサーによる方向認識では、障害のある利用者が安全な歩行訓練を行うことは困難である。また、利用者がある程度まで回復した場合には理学療法士の補助なしに行う自主訓練が必要となる。前述の問題を解決するために訓練動作の邪魔にならず利用者の意思で歩行訓練ができる操作方法として表面筋電位が利用できると考えた。また、利用者がより自由に動くことができ、リハビリテーションの効率化につながると考えられる。

今回の報告では、歩行に必要なとされる筋部位の表面筋電位を利用して、歩行意図を同定する可能性について明らかにすることを目的とする。

2. 実験装置および方法

今回の実験では多チャンネル増幅器 MEG-6108, 入力箱 JB-611J, 電極リード線 BR-331S(すべて日本電工株式会社製), アナログ入力ターミナル AI-1608AY-USB(CONTEC 社製)を使用した。電極を左右の足の腓腹筋外側頭に貼り付け、前後左右の 4 方向に左右の足 3 歩ずつ歩行してもらい、歩行速度は全方向移動型歩行訓練機の速度の約 0.146 m/s とし、歩行課題を行った。前後方向は右足から、左右方向は動く方向の足から 1 歩目を踏み出し、実際の歩行訓練のように腿上げを意識してもらい行った。サンプリングレートは 1kHz, 初期安静時間を 8s, 課題全体の時間を 25s とし、4 方向に歩行課題を 2 回ずつ行った。被験者は 20 代男性 3 名とした。

3. 実験結果および考察

下の図 1 は被験者 3 名の内、被験者 A の特徴抽出前のグラフ、図 2 は被験者 A の特徴抽出後のグラフを示す。解析方法は主に周波数解析を行った。高速フーリエ変換(FFT)を行った結果、全方向において図 3 のような右足と左足の反応がかぶってしまい特徴を見出しにくいグラフが得られた。

そこで、反応が集中している 0~100Hz の周波数帯の周波数幅 10Hz ごとの振幅スペクトルの平均をとり、グラフにプロットした。この解析により、より少ないデータ数で特徴のあるグラフを描くことに成功した。

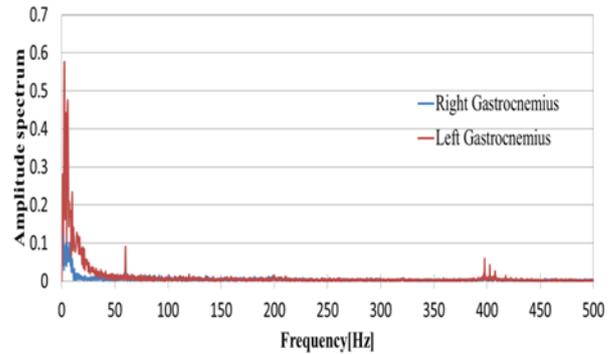


Fig.1 First time forward frequency analysis

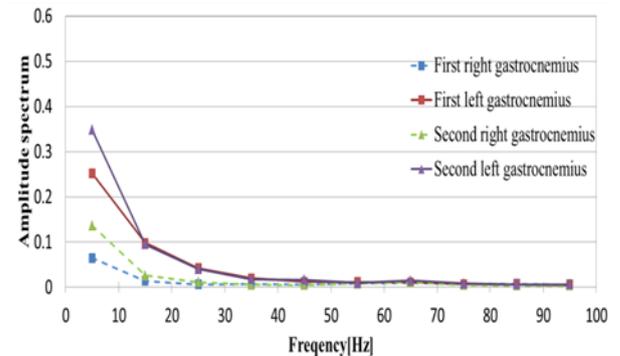


Fig.2 Forward frequency analysis after feature extraction

本研究では左右の腓腹筋の二か所の表面筋電図から歩行動作の同定に利用できる特徴を見出すことが可能かどうかを調べた。横軸を周波数軸で見ることで歩行方向の特徴、時間軸で見ることで歩き出すタイミングと歩行訓練機を動かす時間間隔の特徴を明らかにすることができた。

今後の展開としては文献⁽³⁾の手法を用いてニューラルネットワークを利用した歩行意図同定システムを構築する。また、筋電図解析においてもなるべく少ないデータ数で波形の特徴を抽出する解析法を開発したい。

文献

- (1) 総務省:”平成 25 年度版 高齢社会白書”, 内閣府
- (2) 姜銀来, 王碩玉, 石田健司, 小林洋, 藤江正克 歩行支援機のための利用者の方向意図同定法~距離型ファジィ学習による個人特性への対応, 第 30 回日本ロボット学会学術講演会講演論文集, RSJ2012AC4C1-8, 2012 年 9 月.
- (3) 竹田史章, 中原昌樹, 中浦一浩, 山本祥弘 EMG による手首動作パターン識別システムの開発とオンラインチューニングの検討