

遊脚期検出システムの開発と評価

機械工学科 5 年 210110 太田京平
指導教員 木澤悟

1. 緒言

下垂足患者は歩行において爪先を十分な高さまで上げられず、躓きやすく危険である。近年、外部の装置から電気刺激を与えて筋肉を動かす機能的電気刺激(以下 FES)を用いた歩行再建が研究されている。FES を用いた歩行再建における基本動作は、遊脚期中に総腓骨神経に電気刺激を与えて爪先を背屈させることで実現するため、歩行中の遊脚期を検出する装置が必要となる。本研究では片麻痺患者の膝蓋腱上に慣性センサを装着し、Neural Network(以下 N.N.)と組み合わせることで遊脚期を推定するシステムを開発し、歩行再建における新しい FES システムを提案した。

2. 実験方法

本実験ではシステムの有用性を検証するために、臨床実験の前段階として健常者 5 人を対象として実験を行う。Fig.1 に遊脚期検出システムの構成と装着図を示す。開発したシステムは遊脚期検出システム本体、慣性センサ、ヒールスイッチ、データロガーから構成され、ヒールスイッチは、N.N.学習の教師信号及び遊脚期推定の評価に使用する。遊脚期検出システム本体の Arduino マイコンに N.N.学習によって得られた推定プログラムを構築し、FES の信号制御を行う。

実用的な場面を想定し、階段と踊り場を合わせたコースで階段の上昇歩行および階段の下降歩行を行い評価した。また、N.N.学習時間を長くするため、Fig.2 のような 1F から 3F までの階段コースを 3 回歩行して取得したセンサ情報を学習用データとして用いた。臨床的な観点より、検出した遊脚期の遅れが 0.1[sec]以下であれば実用な問題がないとされている。



Fig.1 遊脚期検出システムの装着図

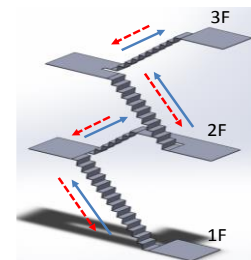


Fig.2 実験場所 概略図

3. 研究結果

実験の結果を Fig.3, Fig.4 および Fig.5 に示す。図より、平均遊脚期開始遅れは上昇で 0.23[sec]、下降で 0.24[sec]、平均遊脚期終了遅れは上昇で 0.05[sec]、下降で 0.06[sec]であり、エラー率は上昇で 6.3%、下降で 2.5%となった。遊脚期検出遅れの臨床的な基準である 0.1[sec]と比較すると、遊脚期開始遅れは大きくなっているが、遊脚期終了遅れは 0.1[sec]以内に収まり、遊脚期検出における実用的な性能を達成できた。

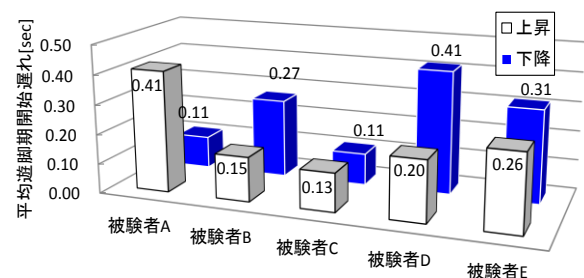


Fig.3 遊脚期開始遅れの比較

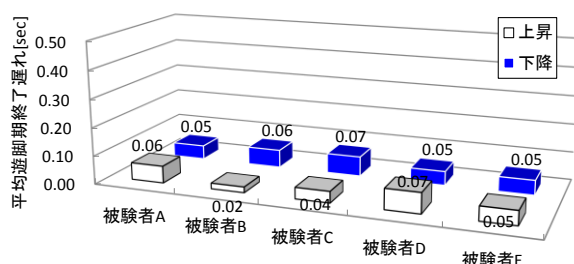


Fig.4 遊脚期終了遅れの比較

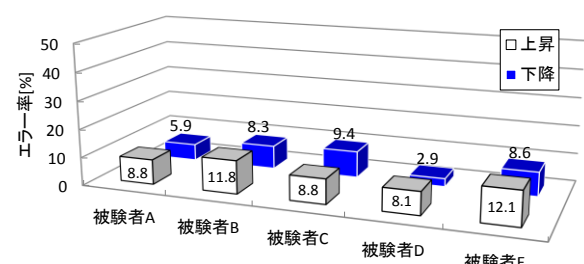


Fig.5 エラー率の比較