

非接触型センサを用いた遊脚期検出システムの開発

生産システム工学専攻 大関 文弥

1. 緒言

脳卒中の後遺症として片麻痺が残る場合、歩行時に足のつま先を上げることができない下垂足を生じることがあり、歩行が困難なだけではなく小さな段差に躓く危険性も高く非常に危険である。現在、このような下垂足に対して、機能的電気刺激（FES）を用いた筋制御によって遊脚時につま先を引き上げることで歩行を再建する方法がある。従来、FESにおける遊脚期のタイミングの識別は、足底に装着したフットスイッチからの ON/OFF 情報によって行われていた。しかしながら、この方法では足裏の違和感やフットスイッチに関する耐久性での問題がある。そこで、本研究では患者にとっての違和感や不快感を和らげるとともに、接触型のフットスイッチの耐久性の問題を解決するために、非接触型センサである 3 軸加速度センサおよび 1 軸ジャイロセンサを用いニューラルネットワークと組み合わせることによる遊脚期検出システムの開発について検討した。特に、本研究では、研究の第 1 段階として、片麻痺患者ではなく健常者に対して装着し直線歩行させ、開発したシステムの有効性を検証した。

2. 研究方法

Fig. 1 に示す遊脚期検出システムにより、以下の(1)～(3)の手順で実験を行った。

手順(1) N.N. 学習を行うために、80s 間の直線歩行において装着した 3 軸加速度センサ・1 軸ジャイロセンサ出力（N.N. 入力信号）そしてフットスイッチ情報（N.N. 教師信号）を計測する。

手順(2) 計測した各センサ出力をもとに 3 通りのデータ長さで N.N. の学習を行い、得られた N.N. のパラメータと遊脚期推定プログラムを H8 マイコンに書き込む。なお、本研究で用いた N.N. 構造は入力層・中間層・出力層からなる 3 層構造である。

手順(3) Fig. 2 に示す実装実験システムで歩行時の各センサ出力を H8 マイコンで読み込み、N.N. によって遊脚期の推定を行う。実験後、推定した遊脚期情報とフットスイッチ情報を比較することにより、N.N. による遊脚期の推定情報が正確であるかを検証した。

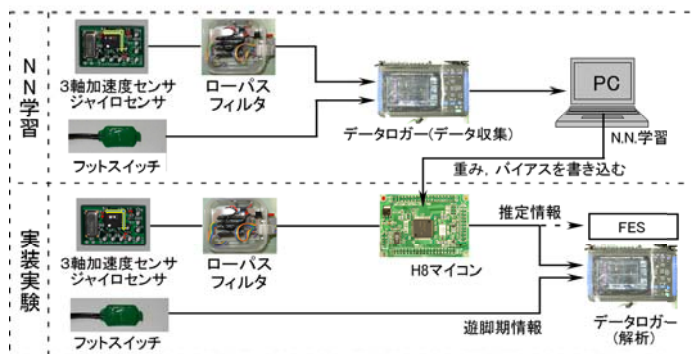


Fig.1 遊脚期検出システム

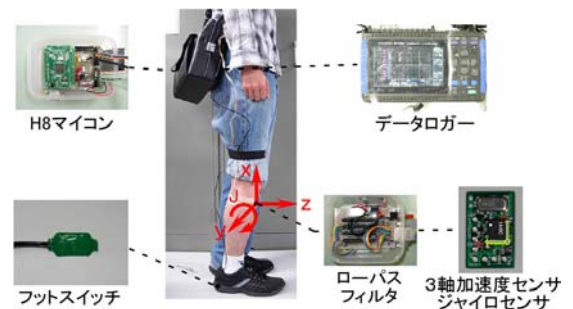


Fig.2 実装実験（装着時）

3. 研究結果

開発した遊脚期検出システムにより、健常者に対して遊脚期の推定が可能であることが確かめられた。また、学習に用いたデータ長さの違いが、推定結果と教師信号との比較において、どの程度タイミングの遅れが生じるのか、あるいは判別エラーの回数に影響するのか検証した結果、学習データが長いほど遊脚期推定エラーが少なく、推定値の遅れも短くなる傾向にあることが確かめられた。今後は、本研究で提案したシステムが現実的に遊脚期検出システムとして利用できるような、遊脚期判定の遅れ時間を0.1sec以内に抑えられるようにシステムの改善改良を目指したいと考えている。さらに、開発したシステムが実際の患者に対してどの程度有効であるのかも検証していきたい。