

17 下肢義足・装具のための歩行制御システムの構築

研究所 障害工学研究部 流動研究員 島 直輝

1. はじめに

提案する技術は、転倒を回避する能力を備えた歩行制御システムを義足や歩行補助装具に低コストで実装可能とするものである。低コスト化には駆動関節数の削減や最大出力の低減、センサーの単純化が必須であり、制御法においては遊脚振り出しを適切に調節する歩行制御理論の応用が効果的である。

ヒューマノイドロボットに見られるような脚は言わば、完全装備の脚機構である。一方で義足・装具では、重量やコスト、扱いやすさなどの面から脚機構の単純化やそれに伴う制御システムの簡略化が考慮されなければならない。脚の制御機構を遊脚の制御にのみ特化することで支持脚制御に必要な仕様に縛られずに義足や装具での歩行動作を改善することを目指している。

2. 遊脚振り出し制御による歩行安定化制御の実用性を検討

- ・ 遊脚振り出し制御：支持脚の状態情報によって支配された遊脚制御システム
- ・ 機構力学解析：コンピュータシミュレーションによる歩行安定性の解析

支持脚の状態は歩行の状態と密接な相関を持っている。歩行中の運動は、胴体に存在する重心点が支持脚先端の床上支持点を軸にした倒立振り運動を成すもので、支持脚の股関節や膝関節の角度から計測可能な状態量である。これら関節角度は、遊脚の振り出すべき方向を予測するための重要な情報源となっている。

人間の歩行動作を模擬するために、3次元人体モデルによる機構力学シミュレータ(メカシミュ)を作成した。床面と足裏との接触が厳密に計算され、人体モデルの質量分布や関節位置も考慮されている。このシミュレータに、支持脚の状態情報のみで遊脚が制御されるシステムを組み込むことを試みた。

2.1. 提案する遊脚制御システムの実証実験

健常な被験者の下肢に関節角度を計測する装具を装着し、平坦面を歩行する内容で関節角度を記録した。記録を解析し、支持脚の状態から計算される遊脚振り出し量と被験者の遊脚振り出しの比較を行ったところ、着地時の計算誤差は前後 2cm 以内であった。(図 1)

2.2. シミュレーションによる歩行安定性の検証

歩行データを一切使用せずに支持脚の状態情報のみで遊脚を制御する歩行制御システムを組み込んだ 3次元人体モデルでは、直立姿勢の静止状態から始め、一步の周期を 0.5 秒として 5 歩目に指令値どおり秒速 0.6m/s の定常歩行へと到達した。(図 2)

3. 今後の課題

本研究では、上記 2 項目の確認が完了している。次の課題としては、義足や装具使用者が制御システムをどのように評価するかという実証実験である。また、歩行速度指令値の入力インターフェースについては使用者の身体条件に則した方式を柔軟に組み込むことが強く望まれる。

(以上)

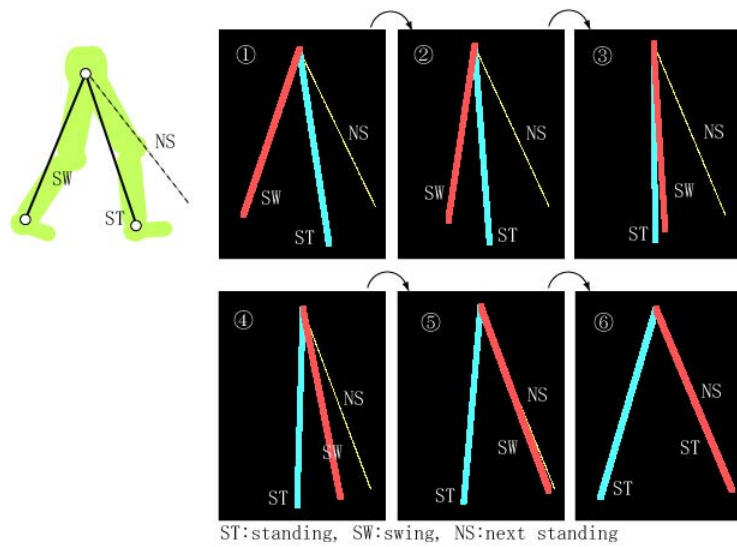


図 1：被験者平坦面歩行結果と遊脚振り出し予測

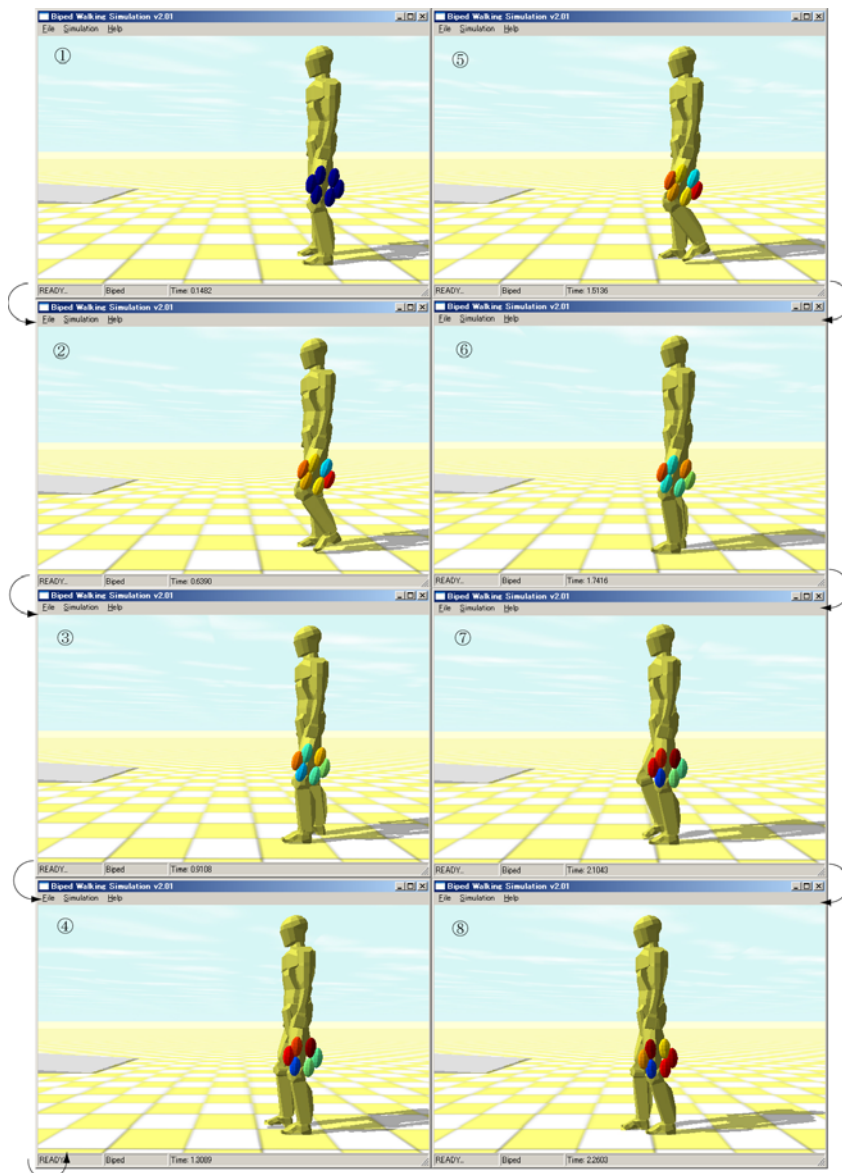


図 2：歩行の機構力学シミュレータ