

視覚効果を用いた起立動作練習用チェアの開発 - 動作解析システムの構築 -

佐藤秀一¹⁾、橋本淳一¹⁾、佐藤秀紀²⁾、太田 誠³⁾

1) 青森県立保健大学、2) 大阪保健医療大学、3) 日本福祉リハビリテーション学院

Key Words ①起立動作 ②動作解析技術 ③解析システム

I. はじめに

ヒトの動きに適合して、高齢者や障がい者の残存能力を最大限に引き出し、起立動作あるいは着座動作を支援する椅子を製作するには、その開発方針を成果に導くための最適な技術の構築が必用である。そのために、4段階の技術構成、すなわち、①対象者の動作をモーションキャプチャーシステムを用いて計測し、その運動特性を提示するための動作解析技術、②官能検査を用いた感性評価による心理データと、①により取得される物理データとのマッチング、③試作品に意匠性を附加したものづくりのための加工・製作技術、④実用性を検証するための製品評価技術を提唱してきた(図1)。この研究開発方針に基づき、景観映像が有する視覚的な動作促通効果を利用した起立動作練習用チェアを開発するにあたり、従前より運動計測と注視点軌跡の同時計測の手法を用いてきた。本稿では一連の研究開発過程における動作解析技術の開発に焦点をあてて報告する。

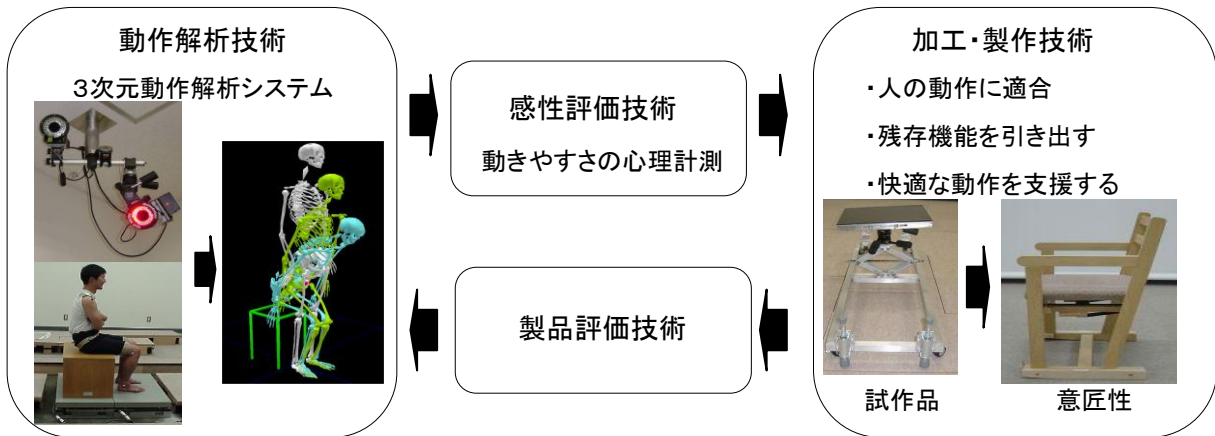


図1 開発方針に基づく技術構成

II. 目的

椅子坐位からの起立動作を評点位置計測装置と床反力計から構成される3次元動作解析システムを用いて計測する際の、生体力学的な制約を解消するためにプログラムの最適化を試みた。すなわち、椅子坐位では足部と大腿部が各々同時に床面と坐面に接地しているため、床反力は各々の接地面から形成される支持期底面から生じる。そのため、起立動作では運動開始から離殿までの相では、身体に2つの力学的な系が形成されるが、計算処理プロトコールがこのことに対応していない。

そこで、起立動作を運動学的手法(kinematic)および動力学的手法(kinetic)を用いて計測するために、運動解析システムのプログラムを最適化して、動作解析技術を確立することを試みた。

Ⅲ. 研究方法

1. 取得される kinematic data および kinetic data の計算処理の過程の提示

評点位置計測装置 (Vicon512 : VICON-Peak 社製) および床反力計 (ORA : AMTI 社製) により構成される三次元動作解析システムを用いた運動計測により取得されるデータから関節モーメントおよびパワー、力学的エネルギー量が出力される過程をフローチャートで視覚化して、改変するプログラムを抽出する。

2. DIFF (Data Interface File Format) 計算プログラムの自動化による一括処理

3. グラフ自動作成ツール WAVE-EYES for DIFF data system_AOMORI における起立動作に特有の制約への対応

身体を体幹部 (頭部-体幹-両上肢)、両大腿部、両下腿部、両足部の運動分節から構成される7リンク剛体モデルに定義する場合、体幹モーメントを股関節モーメントの反作用として取り扱うことが可能であることを利用して、グラフ出力のプロトコールを改変する。

Ⅳ. 成果

1. 計算処理フローの提示

①VICON_Workstation (評点位置データおよび床反力データの取得と同期・同調) →②C3DtoDIFF (①の DIFF 変換) →③LPF (ローパスフィルター: 遮断周波数 6 Hz) →④CALCA3 (関節角度計算) →⑤JMOME (関節モーメント計算) →⑥POWER (関節パワー計算) →⑦WAVE-EYES (床反力・床反力作用点・重心軌跡・股・膝・足関節の関節角度・関節モーメント・関節パワーのエクセルマクロによるグラフ自動作成ツール)

2. 計算プログラムの自動化

上記プログラムにおける DIFF 解析サブプログラム③~⑥の計算処理を自動化して一括処理するための DIFF_GAIIT_AOMORI を開発した。このツールは本学所有の三次元動作解析システムの特性に対応した仕様であり、精度検定により検証した。

3. グラフ自動作成ツール WAVE-EYES の改変

椅子坐位からの起立・着坐動作に特化した WAVE-EYES を作成した。運動開始の坐位から離殿するまでの間は足部と大腿部の2つの支持期底面から床反力が生じる。しかし、この2つの力学的系に対して股関節モーメント (単位: Nm) の計算処理プロコールが未対応のため、自動的に出力される値を股関節モーメントとして利用することができない。一方、7リンク剛体モデルにおける末端の体幹モーメントが慣性モーメントのデータを利用して計算することが可能であり、前述の力学的系の制約を受けない。さらに、股関節モーメントと体幹モーメントが作用反作用の関係にあり、絶対値が等しいことに着目して、後者を自動的にグラフ化する機能を付加した。

さらに、関節パワー (単位: Watt) の時間積分値である力学的エネルギー量 (単位: Joule) のグラフ出力を自動化する機能を付加した。

計算および解析プログラムの一括処理化ならびにグラフ作成ツールの改変および自動化により、運動解析と製品評価のプロセスにおいて大幅な効率化を実現することができた。