



Title	義足歩行機能計測・評価システムの開発と応用に関する研究
Author(s)	森本, 正治
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38253">https://hdl.handle.net/11094/38253</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 <sup>もり</sup>森 <sup>もと</sup>本 <sup>しょう</sup>正 <sup>じ</sup>治

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 0 3 3 2 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 4 年 6 月 1 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第2項該当

学 位 論 文 名 義足歩行機能計測・評価システムの開発と応用に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 岸 田 敬 三

教 授 井 川 直 哉 教 授 田 村 坦 之 教 授 黒 田 英 三

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、義足に付与される種々の機能を人間・機械系の観点から計測評価するシステムの開発と、これを義足の機能評価へ応用した成果についての研究をまとめたものである。

第1章では、人間・機械系の観点から義足の機能を計測・評価することの意義と、これを実現するために必要な計測手法の現状について述べ、義足の歩行機能を日常生活に近い環境の下で無拘束に近い状態で計測するためのシステムの必要性を明らかにした。

第2章では、パイロン・スタディ計測手法の原理を理論的に明確化し、これに基づいて上記の要件を満足するシステムを開発した結果について述べた。義足のパイロン部分に組み込む小型・軽量で低干渉特性の6分力計と、下肢両側の足関節部、膝関節部、股関節部に軸合わせを考慮することなく簡便に取り付けられる小型・軽量のフレキシブル関節角度計、および両足底に取り付ける超薄型で高耐久性のスイッチを独自に開発し、これらのセンサからの信号をマイクロコンピュータ上の操作性に優れたソフトウェアで処理するデータ処理部を構成した。さらに義足に作用する力を Screw Line 上の合力と合モーメントで代表し、その時間変化を三次元投影図で表現する手法を用いて義足に作用する負荷を視覚的に把握できるようにした。これにより、平坦路に限定されず、各種の歩行路や路面状態などの幅広い計測環境下で、義足歩行時の下肢の力学的特性が計測できるようになった。特にフレキシブル関節角度計は、弾性梁に張りつけた導電性線材の曲げ変形に伴う電気抵抗変化として角度を検出する原理を明らかにして新しく開発したもので、導電性線材には導電性ゴムと長大歪ゲージを用い、共に臨床での使用に十分な精度を有していることを直線性とヒステリシスについて実測した。

第3章では、第2章で述べた計測システムを義足に組み込まれる種々の機能の全てに影響を及ぼす動的アライメント(ソケットに対する義足部品の相対位置関係)の計測・評価に用い、下腿義足のソケットと足部の相対位置関係が義足歩行に及ぼす影響を平坦路、坂道、階段を含む各種の歩行路で計測して、動的アライメントと負荷波形の間に、各アライメントに固有の単調な関係が成立すること、および、アライメントの変化に対して義足側の上位関節や健足側の関節の角度を変えて補償動作を行うことを明らかにし、最適アライメント化の手がかりを得た。

第4章では、具体的な義足の機能の一つとして足底感覚フィードバック機能を位置づけ、情報と刺激エネルギーを同時に処理できる純流体素子に関する技術を応用して、電気刺激方式や従来の機械振動刺激方式に比べて極めて簡単な回路構成で、足底各部の圧力の強弱に対応する断端皮膚表面上の機械振動刺激周波数の変化として伝える足底感覚フィードバック義足を開発した。足底の踵、第五中足骨頭、第一中足骨頭の圧力に比例して刺激振動周波数を連続的に変化させることで、足底各部の床との接触の強弱まで伝達することができ、その応答速度は、歩行などの日常生活動作に対して十分であることが確かめられた。さらに、本システムの人体への情報伝達の基礎的特性を精神物理学的手法に基づいて計測し、従来の振動刺激方式に比べて十分に高い情報伝達が可能であることを示した。これを下肢切断者に装着して、歩行運動の基本となる立位の安定保持動作に関して計測評価し、足底感覚フィードバックを付与することにより義足側で積極的に立位の安定保持動作を行なうことをZMPの変動量から示し、その機能の有効性を確認した。

第5章では、本研究で得られた知見を総括し、今後の検討課題を示した。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、義足に付与される種々の機能を人間・機械系の観点から計測・評価するシステムの開発と、これを義足の機能評価へ応用した研究をまとめたもので、その成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 計測手法の原理を力学的に明確化したうえで、計測システムを構成する各部のハードウェアとソフトウェア、すなわち小型軽量の6分力計、軸合わせの必要がなく取付けが容易なフレキシブル関節角度計、薄型で高耐久性の足底スイッチから構成される計測部と、専用のデータ収録・処理プログラムを開発して、従来のシステムでは不可能な義足専用の長期間無拘束の計測・評価システムを実現している。
- (2) このシステムを義足の諸機能の基本になる動的アライメントの計測・評価に応用して、アライメントと義足各部の力学量との関係を系統的な実験によって調べ、両者の間に線形的関係が成り立つことを明らかにしている。これらのデータを蓄積することにより、義足各部に作用する力学量から、義足を最適アライメントに調整するための具体的な指針が得られることを示している。
- (3) 具体的な義足の機能の一つである足底感覚フィードバック機能の計測・評価に応用して、開発した感覚フィードバック装置が下肢切断者に有用であり、活動度を向上させることを実験的に確認し、この計測システムが有用であることを示している。

以上のように本論文は、義肢装具における人間・機械系のマッチングのための種々の力学量を計測・評価するシステムを実現しており、それによる情報は義肢装具の最適設計の指針を与えるもので、その成果は生体力学および生体医工学の発展に寄与するところが大い。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。