

## 論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	(甲)乙第 号	氏 名	伊藤 幸太
論文審査担当者：			
主査	慶應義塾大学教授	博士(工学)	荻原 直道
副査	慶應義塾大学教授	博士(工学)	大宮 正毅
	慶應義塾大学准教授	博士(工学)	竹村 研治郎
	慶應義塾大学特任准教授	博士(医学)	名倉 武雄
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士(工学), 修士(工学), 伊藤幸太君提出の学位請求論文は「床面との接触によるヒト足部の3次元変形動態」と題し, 本論8章により構成されている。</p> <p>ヒトの足部は, 多数の骨, 筋, 靭帯から構成される複雑な筋骨格構造体であり, 床面との力学的相互作用により機能的に変形し, 安定かつ効率的な二足歩行の生成に寄与していると考えられている。しかし, ヒトの足部を構成する骨と軟組織が, 床面との力学的相互作用によってどのように運動・変形するのかについては, 計測の困難さゆえ現在のところ十分明らかになっていない。本論文は, 二方向X線透視システムを用いた3次元骨格動態計測と, ハイスピードカメラと画像相関法を用いた3次元体表面動態計測を通して, ヒト足部の3次元変形動態を明らかにすることを目的としている。各章の内容は以下の通りである。</p> <p>第1章は序論であり, 研究の背景, 関連研究の動向をまとめ本研究の目的を述べている。</p> <p>第2章では, 二方向X線透視システムとモデルマッチング手法を用いた足部3次元骨格運動の計測手法を構築している。具体的に, CT断層画像に基づいて構築した3次元形状モデルを, 輪郭の一致度が最大となるようにX線透視画像にマッチングし, 歩行中の足部骨の3次元運動を計測する手法を提案している。本手法が, 歩行中の足部骨運動を計測する上で十分な精度を有していることを確認し, 屍体足部の運動計測に本手法を適用して, その有効性を示している。</p> <p>第3章では, 提案手法を用いて屍体足部に鉛直圧縮荷重を負荷したときの骨運動を計測し, 床面との接触による足部の生得的な変形特性の解明を試みている。具体的には, 荷重下の足部において踵骨の外反とともに距骨は内転し, 中足骨は外転することを明らかにした。このような骨格運動は, 歩行時の身体鉛直軸まわりに作用するモーメントを打ち消す作用があると考えられ, ヒト足部構造の二足歩行適応の一端を明らかにしている。</p> <p>第4章では, 歩行中の足部表面の詳細な変形動態を明らかにするために, ハイスピードカメラとデジタル画像相関法を用いた足部3次元主ひずみ分布の計測手法を構築している。デジタル画像相関法を運動中の足部に適用することで, 力学的相互作用時の足部体表面変形および皮膚伸縮量を, 非接触かつ高分解能で定量化できることを示している。</p> <p>第5章では, 提案手法を用いてヒト歩行時の足部体表面を計測し, 世界に先駆けてその3次元変形動態の詳細を明らかにしている。また, 本手法が足部疾患の発症メカニズムの解明や早期診断に応用可能であることが示されている。</p> <p>第6章では, 本研究で提案した2つの足部計測手法を用いて, 屍体足荷重時の骨格運動と体表面動態の同時計測を試みている。その結果, 足部の変形や表面伸縮は, その内部に存在する骨の運動を基本的には反映することを明らかにしている。</p> <p>第7章は総合考察であり, 各章で得られた足部変形動態に関する知見を整理し, 足部構造の機能的意味を考察している。また今後の課題と展望を述べている。</p> <p>第8章は結論であり, 本論文の結果の総括を述べている。</p> <p>以上のように, 本論文は, 床面との接触によるヒト足部の3次元変形動態を, 提案手法を用いて詳細に明らかにしたものであり, ヒトの二足歩行と足部機能に関わる医工学分野において, 工学上寄与するところが少なくない。また, こうした成果は著者が研究者として自立して研究活動を行うために必要な高度な研究能力および豊かな学識を有することを証したものである。</p> <p>よって, 本論文の著者は博士(工学)の学位を受ける資格があるものと認める。</p>			
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会委員で試問を行い, 当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また, 語学(英語)についても十分な学力を有することを確認した。		