



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	腰部負荷推定のためのウェアラブルセンサシステム [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	土谷, 圭央
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第13090号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70614
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yoshio_Tsuchiya_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士 (情報科学) 氏名 土谷 圭央

審査担当者 主 査 准教授 田中 孝之
 副 査 教 授 金子 俊一
 副 査 教 授 金井 理

学位論文題名

腰部負荷推定のためのウェアラブルセンサシステム
(Wearable sensor system for estimating lumbar load)

本論文では、介護現場における介護者の腰にかかる作業負担を、作業中に実時間で記録し、作業分析するためのウェアラブルセンサシステムを開発し、腰部表皮に取り付けた複数種センサ情報から腰仙椎アライメントおよび椎間板圧迫力を推定する手法について述べている。

腰痛発症者は多く存在するが、腰痛の要因を特定することは難しい。腰痛の要因の 1 つとして、腰部負担である椎間内圧が増加することが挙げられる。腰を前屈することにより腰部負担が増加することが従来研究よりわかっている。また、各腰椎と仙骨の位置・姿勢、つまり腰仙椎アライメントの変化によって、腰部負担が変化することも知られている。しかし、どのような動作が腰部負担を増加させているのかを定量的に判断することは難しい。腰痛は労働現場だけでなく日常生活の動作からも起こるため、様々な空間で動作を計測し、腰部負担を知ること、腰痛の要因を探ることが期待できる。

人体の腰部負担を計測するためには、体内に電極を入れる必要があるが、倫理的に容易ではない。非侵襲で腰仙椎アライメントと外部負荷を考慮した腰部負担計測法が望まれ、筆者は腰部負担推定のためのウェアラブルセンサシステムの開発を行った。腰仙椎アライメントの変化によって腰部負担が増加することに着目し、腰部表皮形状の情報を用いた腰仙椎アライメント推定を行った。また、手先負荷などの外部負荷が増えることにより腰部負担が増加するが、コンパクトなシステムとするためにセンサデバイスを腰部にまとめ、腰部の筋活動から外部負荷を考慮した腰部負担を推定する画期的な手法を開発した。それらの推定を行える装着型装置を開発し、介護現場での実証実験を行っている。

まず、腰部の前屈、側屈、回旋時の姿勢と腰仙椎アライメントの関係を X 線画像とモーションキャプチャデータから計測した 84 名の詳細な 3 次元データをもとに、姿勢と骨格の関係を解析し、かつ個体差を考慮した 3 次元幾何学モデルを構築した。さらに、性差および身長、体重の個人差を考慮するために、取得したデータに基づいて、性差、体格差に影響される腰仙椎アライメントのパラメータを分析して、その回帰モデルを構築した。

つぎに、外部負荷が加わった際の腰部の筋活動として、筋硬さの変化に着目し、ロードセルによってそれを計測することにより、外部負荷を考慮した腰部負担推定を行った。人体の筋骨格を詳細にモデル化した筋骨格動力学モデルとの比較実験を行うことで、開発した腰部負担推定法を評価した。

最後に、開発した装置を用いて、介護施設で実証試験を行い、介護者の作業分析に有用な情報が得られることを確認した。

以上を要するに、著者は腰部にかかる作業負担をリアルタイムに推定でき、かつ作業の妨げにならないコンパクトなウェアラブルセンサシステムを開発し、実験的にその有用性を示した。本研究の成果は、人体の外部情報から内部情報を推定するための新たな計測手法であり人間工学、計測工学の発展に大いに寄与し、また労働者の安全管理を扱う産業衛生学への貢献も期待できる。よって、著者は

北海道大学博士(情報科学)の学位を授与される資格あるものと認める.