



Title	デジタルヒューマンモデルと慣性センサを用いた作業動作・負担計測システムの開発 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	宮島, 沙織
Citation	北海道大学. 博士(情報科学) 甲第14144号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/78491
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Saori_Miyajima_review.pdf (審査の要旨)



[Instructions for use](#)

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 宮島 沙織

審査担当者 主 査 客員教授 宮田 なつき
副 査 客員教授 多田 充徳
副 査 客員教授 持丸 正明
副 査 准教授 田中 孝之

学位論文題名

デジタルヒューマンモデルと慣性センサを用いた作業動作・負担計測システムの開発
(Development of Measurement System for Motion and Workload Using Inertial Sensors and Digital Human Models)

本論文では、労働の現場において作業中の人を計測した結果に基づき、作業を識別し作業ごとの負担を把握するシステムを開発している。

少子高齢化の進行に伴う労働人口の減少による人手不足問題を解決するためには、高齢者を含む幅広い世代が健やかに働き続けられるよう、作業により生ずる負担を把握し、管理・改善を行えるかが鍵となる。現場毎に発生する作業は複数あるが、作業負担は、作業負荷に対する作業者の応答であるため、個人の特性 (体格、体調など) との関係で異なる。そこで本論文では、作業の認識と生ずる負担の解析に必要な動作計測システムの構築と、個人特性を反映した動作以外の情報との組み合わせによる作業負担の推定に取り組んだ。作業空間の広さや遮蔽物の影響などを考慮して小型の慣性センサの利用を想定した。また、幅広い職種での労働疾病である腰痛に着目し、一因とされる腰部への負担の把握を目指した。

作業認識と作業負担の解析に必要な動作計測システム構築の一環として、既存の相補フィルタにおけるフィルタ係数を運動状態に応じて変動させることで計測データにのるノイズを軽減する手法を開発した。ロボットマニピュレータと人の単純動作の計測実験を通し、角速度センサに予期せぬドリフトがのる場合と1時間を超える長時間の計測でも精度が高いことが確認された。また、現場での手間を最小限に抑えるには、作業の分類と指定部位の姿勢再現に必要な最低限のセンサ設置部位の選択が必要となる。これを機械学習における特徴量選択と捉え、従来の特徴量選択手法 wrapper method に姿勢計測精度の評価を組み込んだ手法を提案した。実験室における短時間の模擬作業計測により決定した慣性センサ配置で1時間以上の実際の介護作業計測データを解析したところ、主たる作業である移乗介助の時間帯を識別できることが確認された。

作業負担は、作業負荷を把握しながら、それを受けた際の個人の反応に相当した情報を得て推定することを検討した。作業負荷の力学的指標としての関節トルクは、計測動作をデジタルヒューマンモデルに入力することで、誤差 20Nm 以下 (関節トルク誤差率 14% 程度) の精度で計算可能であった。作業負担に関連する個人反応の客観的取得としては心拍数と作業負荷との関係を分析したところ、同種作業を繰り返すような労働では、中盤で作業負荷と同傾向で推移し、序盤や終盤などでは推移が異なるなど、動作情報だけでは読み取れない、より詳細な身体負担の推定への応用可能性が示唆された。また、作業負担の主観的取得手段についても検討し、作業中に負担を感じた身体部位を発言させ

ると、そのタイミングが筋負担（筋電位）の推移から 7 割の確率で推定できることを確かめた。これらにより動作情報に加え心拍数程度の簡易な生理情報を取得することで作業負担情報を得られる可能性を示した。

以上を要するに、著者は就労現場において簡易に使用可能な作業負担計測システムを開発し、実験を通じて提案コンセプトの有用性を示した。本研究の成果は、人の働く様を捉えるという困難な課題に対し、情報工学技術により合理的に簡易化をはかり定量的なデータ取得を可能とするものであり、人間工学の発展に大いに寄与する。特に、当該システムが社会実装され、作業者の罹患率や健康状態と組み合わせて蓄積されるようになれば、労働疾病全般の発症リスクの解明や評価などが可能となり、産業保健分野の発展に寄与するものと期待できる。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があるものと認める。