

氏名(本籍)	原 大 雅 (兵庫 県)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博 甲 第 6457 号
学位授与年月日	平成 25 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	システム情報工学研究科
学位論文題目	腰部装着型 HAL による重作業支援

主査	筑波大学教授	工学博士	山 海 嘉 之
副査	筑波大学教授	Ph.D.(工学)	堀 憲 之
副査	筑波大学教授	工学博士	白 川 友 紀
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	中 内 靖
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	長谷川 泰 久

論 文 の 内 容 の 要 旨

重量物などを持ち上げると、骨・椎間板・神経等の損傷や脊髄の圧迫の程度によっては、痛みだけでなく、しびれや麻痺を伴い最悪の場合には重度の下肢機能障害を生じる危険性がある。機械化が困難である鉄道保守作業現場や要介護者の介護作業現場などで日常の仕事を行う重作業従事者に関しては、腰痛発症リスクが極めて高い状況にある。腰痛予防に関しては、特に、腰痛の損傷部位である椎間板等の内骨格系に着目する必要があるが、従来の骨格モデルでは腹部や腰部の体組織が組み込まれていないため、腰部装着型 HAL による腰部負荷の解析ができない。そこで、本研究では、腰痛予防技術として腰部装着型 HAL による重作業支援技術の研究開発を目的として、体組織と骨格系で構成される 3 次元人体モデルを用いた腰部負荷評価手法を提案・開発し、これを用いて、腰部負荷の評価を行い、腰部負荷を軽減することを可能とする腰部装着型 HAL を研究開発する。本提案手法は、外骨格型ロボットの動作支援による内骨格系の負荷軽減を定量的に検証することが可能な世界初の評価手法である。検証・評価に関しては、シミュレーション解析と被験者による実験により実施した。提案・開発した 3 次元人体モデルを用いて有限要素法によって HAL 装着時と非装着時の腰部負荷の解析を行い、腰部装着型 HAL を装着した動作支援によって内骨格系における負荷が軽減していることを示し、本研究の有効性を示した。また、健常者における重作業を模擬した全ての基礎実験において、腰部装着型 HAL の動作支援によって本研究の有効性を示すことができた。特に、最大挙上動作など実際に想定した厳しい重作業に関しては、未装着では不可能な重作業が可能となり、装着者の作業能力・効率の向上、客観的・主観的評価による腰部負荷の軽減を実現している。また、鉄道保守作業現場での実証試験も実施し、重作業従事者の方に腰部装着型 HAL の動作支援を適用することで、アンケート分析によっても本研究成果の有効性を示している。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、作業支援と腰痛予防の両方を実現できる技術として腰部装着型 HAL による重作業支援技術を

研究開発することを目的としている。特に、腰痛予防に関して腰痛の損傷部位である椎間板等の内骨格系に着目し、体組織と内骨格系で構成される3次元人体モデルを提案・開発することで、腰部装着型ロボットを用いた動作支援による内骨格系の負荷軽減を定量的に検証することが可能な世界初の評価手法を構築している。有限要素法解析と被験者での模擬実験、ならびに、実現場での作業員による実証的試験と評価によって、本研究の有効性を示している。作業支援と腰痛予防の両方を実現できる技術として腰部装着型 HAL による世界初の当該重作業支援技術は、学術的にも社会的にも有用であると評価される。

平成 25 年 1 月 23 日、システム情報工学研究科において、学位論文審査委員の全員出席のもと、著者に論文について説明を求め、関連事項につき質疑応答を行った。その結果、学位論文審査委員全員によって、合格と判定された。

上記の学位論文審査ならびに最終試験の結果に基づき、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。