

氏名(本籍)	塚原淳(栃木県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第5336号		
学位授与年月日	平成22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	脊髄損傷患者のための予備動作に基づく意思推定機能を有するHALによる立ち座り・歩行支援		
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	筑波大学准教授	博士(工学)	相山康道
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	長谷川泰久
副査	筑波大学准教授	博士(工学)	真島澄子

論文の内容の要旨

脊髄を損傷することによって、患者の身体に二次的合併症が引き起こされる危険性が高くなり、また患者のその後の生活においても悪影響を及ぼすため、適切な姿勢での支援動作を実現することが望まれている。また、再生医療の発展に伴い、幹細胞を用いた脊髄神経系等の神経接続に関する基礎ならびに臨床研究が行われ始めており、従来、困難とされた完全脊髄損傷の方に対しても、脊髄神経手術後における超早期リハビリテーションへの扉が開かれようとしている。本論文では、立ち/座り動作や歩行動作の支援技術に関しては、ロボットスーツ HAL による装着型ロボット技術が有効であるとして、特に、超早期リハビリテーションでの動作支援に論点を絞り、脊髄損傷患者の予備動作に着目することによって、完全脊髄麻痺の状態であっても装着者の意思を反映した立ち座り・歩行支援動作を可能とする手法の提案、システム開発、および、基礎実験・実証試験を通してその有効性の検証を行うことを目的としている。本研究の特色は、予備動作における姿勢や重心位置に基づいて、対象動作の開始や停止に関連する HAL 装着者の動作意思を推定すること、HAL により体重支持やバランス維持機能を実現すること、重度運動機能障害者の方の直感的な立ち/座りや歩行動作を実現する点である。矢状面と前額面における床反力中心位置の移動に着目することで、立ち/座りおよび歩行に関する予備動作情報を取得し、これを活用した動作意思推定アルゴリズムを提案し、重度の脊髄障害患者に適用可能な下肢動作支援用高機能 HAL を開発した。マネキンによる立ち上がり・立位における安定動作制御の基礎実験を行うことで本手法の有効性を確認している。更に、完全麻痺の脊髄損傷患者の方に本研究成果を適用することで、立ち/座り、および、歩行に対する支援動作を実施し、本研究成果の有効性を示している。

審査の結果の要旨

本論文では、重度の脊髄損傷患者の方に対して、ロボットスーツ HAL を用いた立ち座り及び歩行支援を行うことを目的として、予備動作における姿勢変化と重心位置から、HAL 装着者の立ち座り及び歩行の開

始や停止に関連した動作意思を推定するアルゴリズム、さらに、動作支援時における体重支持やバランス維持アルゴリズムを提案し、本研究遂行のために重度の脊髄損傷患者の方に適用できるロボットスーツ HAL を開発している。開発された HAL に提案アルゴリズムを実装し、基礎実験によってその有効性を示すとともに、医師の立ち会いのもと、下肢が完全麻痺の状態にある重度の脊髄損傷患者の方に本研究成果を適用することによって、自然かつ直感的な意思推定によって、立ち上がり／座り動作、ならびに、歩行動作を実現することに成功している。手法の提案、システムの開発、基礎実験、ならびに、実証試験を通して、工学的観点からも医学的観点からも、本研究の有用性を示している。

本手法は、残存機能の維持や日常生活動作の促進のためだけでなく、脊髄神経手術後の機能回復に向けた超早期リハビリテーションとしての展開も期待でき、工学的にも、また、社会的にも有用な研究成果であると判断される。

よって、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。