

氏名	佐邊 綾太郎		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第7712号		
学位授与年月日	平成28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	上肢への依存低減による自立歩行機能改善支援技術		
主査	筑波大学 教授	工学博士	山海 嘉之
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	葛岡 英明
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)	鈴木 健嗣
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	河本 浩明
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	福井 和広

論文の要旨

下肢機能障害に陥ると、上肢に依存しない安全で自立した歩行が困難となり、障害者の多くは日常の移動手段として車椅子や補助具の使用を余儀なくされる。車椅子生活や補助具に頼った歩行の継続は、使用者の様々な運動・生理機能に悪影響を及ぼし、自立歩行機能をさらに低下させるリスクが極めて高い。本研究では、下肢機能障害者を安全で自立した歩行獲得へと導くことを目指し、上肢への依存低減による自立歩行機能改善支援技術の開発を目的としている。本研究では、自立歩行機能に対する評価指標として上肢に頼っている力 HRF (Handrail Reaction Force) に着眼し、HRF に関する視覚情報提示により対象者とシステム間での運動中枢系を含むフィードバックループを形成させ、HRF 低減に対する運動学習を促進させることによる自立歩行機能改善支援手法を提案するとともに、提案手法を実現するためのシステムを構築し、下肢機能障害者の HRF に対し分析を行った。分析を定量的かつ視覚的に提示できる方法として、HRF の変化をベクトルとして表示して歩行機能改善の可視化を可能とする HRFMAP を新たに提案し、この HRFMAP を用いた評価法を構築している。下肢機能障害者の日常の移動手段と関連付けた HRF 低減の状況を HRFMAP によって判別分析し、上肢に依存しない自立歩行機能獲得に対する質的・量的な評価手法として示している。当該評価技術は、従来にない新しい評価手法である。疾患発症や事故により下肢機能障害に陥り自立歩行ができない維持期の方を対象とする実証試験・検証試験を行い、自立歩行機能の改善について評価を行った。解析の結果、当該技術を適用することで上肢への依存が低減し自立歩行機能改善が実現可能であることが示され、従来存在していなかった自立歩行機能に対する改善支援手法及び評価手法として、当該提案手法及び当該提案システムの有効性を示すことに成功している。

審査の要旨

【批評】

本研究は、超高齢社会が直面する介護負荷の低減や自立生活の向上を実現するために、下肢機能障害者を安全で自立した歩行獲得へと導くことを目指し、自立歩行機能改善支援技術の開発を目的としている。本研究では、従来の単純な歩行速度の向上という観点から歩行機能を捉えるのではなく、安全で自立した歩行獲得へと導くという観点からの研究であり、そのような観点からの研究は世界的にも困難とされ評価法や手法の開拓は手つかずの状態であった。そのため本研究は、研究開拓領域としても重要な研究と位置付けられる。特徴的かつ独創的な点は、自立歩行機能に対する評価指標として、上肢に頼っている力 HRF (Handrail Reaction Force) に着眼し、これを新たな指標として提案するとともに、HRF を視覚情報提示することで対象者とシステム間での運動中枢系を含むフィードバックループが形成され、HRF 低減による運動学習の促進されることを運動生理学的かつシステム制御理論的な観点からも分析することで、理論構築、基礎研究、患者への実適用による評価に至る一連の研究として、従来にない新しい自立歩行機能改善支援手法の提案と体系化を行っている。

さらに、HRF の変化をベクトル情報として扱うことで歩行機能改善の可視化を可能とする HRFMAP を新たに提案し、この HRFMAP を用いた評価法を構築しているが、これを用いると、車椅子利用者や杖利用者などの下肢機能障害者の日常の移動支援手段と関連付けた HRF 推移状況を HRFMAP によって判別分析できるため、上肢に依存しない自立歩行機能獲得に対する質的・量的な評価を行うことができる手法として高く評価される。また、試作された提案システムが実用化されれば、運動機能疾患・障碍の機能改善過程に関する生理情報の集約・解析も可能となると考えられ、世界標準の手法として展開できれば、当該分野のビッグデータを扱う重要なプラットフォームにもなりうると期待される。

本研究は、工学的にも医学的にも社会的にも先進的かつ有用な研究であり高く評価され、博士論文として相応しいと判断される。

【最終試験の結果】

平成28年2月8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。

【結論】

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。