

氏名(本籍)	下柿元 智也			
学位の種類	博士(工学)			
学位記番号	博 甲 第 7294 号			
学位授与年月日	平成 27 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	身体動作中の生体信号を用いたプレイウェアに関する研究			
主 査	筑波大学 准教授	博士(工学)	鈴木 健嗣	
副 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)	中内 靖	
副 査	筑波大学 准教授	博士(情報科学)	星野 准一	
		博士(デザイン学)		
副 査	筑波大学 教授 (人間総合科学研究科)	博士(感性科学)	山中 敏正	

論文の要旨

近年、人々の日常生活での活動を計測する技術が大きく進展しているが、個人の生体信号を継続的に記録、さらに識別することは未だ大変困難である。例えば、運動訓練が必要な場面では、身体運動中に人の生理特性を継続的に把握することは重要な課題であるが、アーチファクトへの対応など、解決すべき多くの課題が残っている。また、教示により適切な運動負荷を生じさせるだけでなく、自ら自発的な運動の促進を実現するためには、デバイスによる応答制御やバイオフィードバック提示等、人を系内に含めた人間機械系における相互作用の理解が必要不可欠である。

そこで本論文の著者は、身体運動中の生体信号を通じた人の生理特性や運動指令の理解とともに、プレイフルな経験に基づき人の行動を促進するための新しいプレイウェアの開発と、関連する実問題について複雑な環境下での運動訓練の支援に関する取り組みを行ってきた。一連の研究を通じて、人の生体信号を計測し即座に反映するという即時性、フィードバックによる情報提示の意味が直観的に理解できる有意性という要件を明らかにし、自発的な行動の促進に関する人の特性についての理解を深化させるだけでなく、プレイウェアの介入により行動学習支援が可能であることを見出している。

本論文は全6章からなり、これら一連の研究成果が纏められている。以下に概要と評価を述べる。

第1章は序論で、本研究の位置づけと研究の背景、及び研究目的を述べている。また、身体動作による遊び、身体動作とプレイウェアのそれぞれに関する関連研究を紹介している。

第2章では、提案する身体動作中に生じる生体信号を分類し、末梢神経系における不随意・随意的な生体信号の計測、及びそれに基づくフィードバック手法について提案している。ここでは、生理機能によって変化する不随意的な生理信号と、人の明示的な意志による体性神経系由来の随意的な信号

のそれぞれ2つの系の特性を明らかにし、これらに対応するプレイウェアについて提案している。

第3章では、不随意的プレイウェアとして、身体動作に伴う脈波の変化をフィードバック提示する手法について述べている。特に、身体動作中に脈拍を検出および推定する手法を提案し、これを装着型脈波発光提示デバイスに実装している。脈波検出間隔の評価実験、自律神経系の活動評価実験などを通じて提案手法の有効性を明らかにするとともに、心疾患を持つ方々や小児を対象としたリハビリテーションを支援する新しいプレイウェアのための事例研究を行い、適用可能性を検証している。

第4章では、随意的プレイウェアとして、対象者の表面筋電位を筋電信号により取得するとともに、ブロックという一般的な玩具の形態を変化させることなく、これに対する操作や音・光・動作提示を実現する新しいツールの開発について述べている。さらに事例研究として、先天性腕切断症児へ適用した臨床研究について述べている。ここでは、客観的な行動指標を計測するシステムを開発し、運動訓練が必要な小児とのインタラクションによる運動学習支援の可能性を明らかにしている。

第5章では、全体としての考察と評価を行うとともに、研究成果のまとめに加え、プレイウェアによる認知支援や、ヘルスポモーションなど健康増進分野に関する将来展望について述べている。

審査の要旨

【批評】

本論文は、人間に親和的な「遊び」の情報環境空間を構築するプレイウェアという新たな手法の可能性を見出すものであり、人がシステムと相互作用する系内に物理的・情動的に介入することで、人の持つ自発的な行動促進や創造的な遊びの活動を促す新たな手法について述べたものである。即時性と有意性という工学的要件に加え、複数人による活動に伴う共同性や、システムの透明性といった人と機械システムの相互作用に関する一般的な特性に着目し、そのインタラクションの深い理解に貢献するものである。ここでは、プレイウェアのための脈拍検出と推定技術、創造的な活動の促進とその評価を可能とする玩具型モジュールといった基礎研究に加え、身体動作を伴うゲームと組み合わせた効果検証、先天性腕切断症児を対象としたプレイウェアの導入による訓練の記録と支援、といった実問題の解決に対する可能性を示し、その有効性を明らかにしてきた。

本研究は、人間機械系におけるインタラクションの分野において、人の相互作用特性の理解の深化といった学術的意義とともに、運動による身体的利点を享受するだけでなく、楽しさを共有し、行動の目的を設定し、自立して運動する機会をも提供することが可能であることを示すという社会的意義があるなど、人支援技術の新しい応用の可能性を拓くものとして高く評価できる。

これらの成果は、人間情報学のみならず、人間機械系およびサイバニクス分野の発展に資すること大である。よって、本論文は博士(工学)の学位論文として相応しいものであると認める。

【最終試験の結果】

平成27年2月6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。

