

氏名	Piezzo Chiara			
学位の種類	博士（工学）			
学位記番号	博甲第8531号			
学位授与年月日	平成30年3月23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	A Study on a Socially Assistive Humanoid Robot as a Walking Companion for Elderly Individuals (高齢者とともに歩行する社会的支援ヒューマノイドに関する研究)			
主査	筑波大学 教授	博士(工学)	鈴木 健嗣	
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	中内 靖	
副査	筑波大学 教授	博士(工学)	葛岡 英明	
副査	筑波大学 准教授	博士(工学)	河本 浩明	
副査	名古屋大学 特任准教授	博士(工学)	Luis Yoichi Morales Saiki	

論文の要旨

人間社会と密接に関係し、環境にシームレスに統合される次世代のロボットを実現するためには、系内に人を含み、人と物理・情報空間を共有するロボットシステムであるソーシャル・ロボティクスの研究が重要になる。ここでは、実環境における実証実験を通じて、人間の行動や意思決定からその仕組みを理解する認知科学的アプローチによる人の理解が必要不可欠である。そこで本論文の著者は、人と同等サイズを有し、実世界で自身のセンサ情報に基づき車輪駆動で移動する多自由度の人間型ロボットを用い、ロボットが高齢者とともに歩行する協調歩行課題に取り組んできた。提案する手法は、人とロボットが社会的なシグナルを交換し合うという観点から新しい社会的支援ヒューマノイドの設計における新たな観点を提供するものである。ロボットを用いた高齢者福祉施設における介入研究を通じ、ロボットと人がともに歩行する場面における人の行動解析や社会的インタラクションの比較検証に関する一連の研究を行っている。また、このような協調歩行において、一般にロボットは先導もしくは追従といった予め定めた役割を担うものであるが、主導権の交換という概念に基づき逐次的にその役割を変化させることで、協調歩行課題を実現する新たな試みについて検討を行っている。これより、人とロボットの位置関係の解析及び歩行解析に加え、意図的にその主導権を交換するといった行動実験を通じて、人とロボット間の社会的インタラクションの理解について新たな知見を得るとともに、これを人と相互作用する次世代のロボット設計に活かすことを目的としている。

本論文は英文で全8章からなり、これら一連の研究結果が纏められている。

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。

第2章では、人と社会的支援ヒューマノイドの間におけるインタラクション研究について、特に非

言語情報によるインタラクションに関する関連研究を紹介している。

第3章では、高齢者とともに歩行するロボットに関する設計論について述べている。

第4章では、実際に実験で用いるロボットのシステム構成について述べている。車輪駆動部、頭部動作、歩行分析やカメラといった外界からのセンサ情報、および内部での情報処理の方法が示されている。ここでは、ネットワークロボットプラットフォームの観点からこれらソフトウェアのモジュールを統合するアーキテクチャについてもあわせて紹介している。

第5章では、若年者及び高齢者における実証実験について述べられている。高齢者施設での定量的な歩行評価実験に加え、アンケート調査を通じた定性的な評価の結果から、開発した社会的支援ヒューマノイドが人とともに歩行する際の必要要件を明らかにしている。

第6章では、主導権のやり取りを可能とする協調歩行について、人とロボットの振り舞いに関する人の知覚について研究成果が述べられている。衝突回避問題について、ロボットによる意思表示と人の行動の一致・不一致に関する整合性についてユーザ実験を行った結果が述べられている。

第7章では、提案手法の妥当性を含めた実験結果に関する考察と評価を行っている。

第8章では、研究成果のまとめに加え、応用の将来展望について述べている。

審 査 の 要 旨

【批評】

本論文は、人が行う社会的な活動の一つである協調歩行環境を設定し、実際に物理的空間を共有して人とロボットが移動することが可能な社会的支援ヒューマノイドの設計指針を示すとともに、開発したロボットと高齢者・若年者との相互作用の中で、人が示す認知特性に対する詳細な分析を行っている。このように特定の環境に限定しているが、高度なロボットシステムとのインタラクションにより、人の判断と意思決定に影響を及ぼすシステムを実現し、非言語的な意図の理解に加え、人に対するロボットの社会的行動の影響について新たな知見を得ている。また、実世界において人とロボットが自然なインタラクションを実現する社会的支援ヒューマノイドを用い、人間機械系に適切に介入することで、人との社会的なインタラクションの理解を深化させる研究手法の有効性を示している。

本研究は、ソーシャル・ロボット及び人支援ロボティクスの分野において、人と機械間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、高齢者の重要な生活機能である歩行支援及び外出行動の促進に資するロボットに対する新たなデザイン指針を提供するという社会的意義も大きく、サイバニクス及び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、ロボット工学のみならず、社会的インタラクションを伴う人支援技術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30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。