

## 論文内容の要旨

本論文では、下肢障害者の自立生活支援を実現することを目的として、座位型自立生活支援ロボットによる支援方法を開発している。

加齢や事故や病気などの原因により、下肢の移動機能を失ってしまえば、介護が必要になる場合が多い。もし、下肢の移動機能を補助するロボットがあれば、下肢障害者は自立で生活することができるようになる。したがって、申請者の所属する研究グループでは、下肢障害者の歩行機能を補助する、自立生活支援ロボットを開発している。本論文は、上半身の作業動作から作業意図を正しく推論する方法、ロボットの作業支援動作の計画法とロボットの制御法を研究している。

まず、自立生活支援ロボット（以下ではロボットという）は下肢障害者の作業意図を理解する必要がある。日ごろでは、我々人間が、他者の上半身の作業動作を見ると、作業の内容あるいは意図をほとんど理解できる。よって、上半身作業の動作情報を適切に利用すれば、作業の意図を認識することが可能である。この観点に立って、上半身の作業動作情報に基づいて作業意図の推論法を提案する。ここでは、下肢障害者にとっては、自立生活に必要とされる作業を分類する。下肢障害者の作業動作の特徴をリアルタイムで抽出する方法を提案する。抽出した作業動作の特徴と作業意図に関する知識ベースを構築する。知識ベースを利用して、距離型ファジィ推論法に基づく作業意図の推論法を提案した。

次に、ロボットが適切な支援動作を計画する必要がある。ロボット支援動作を計画するために、ロボットの構造により、支援動作を分解して、ロボットの基本動作を得る。様々な自立生活作業に対する人間の動く知識を抽出して、支援動作の知識ベースを構築する。被支援者の作業意図により、支援動作の知識ベースを用いて、自立生活支援ロボットの作業支援動作計画法を提案した。

最後に、下肢障害者の自立生活を支援するには、ロボットが計画した作業支援動作を精確的に追従する必要がある。そのために、ロボットの制御系を構成する。オムニールが受ける摩擦が機体の向きに対する進行方向に依存し非線形かつ時变的である。この摩擦力はロボットの追従精度に悪影響を与える。本論文は、加速度信号を利用する、非線形摩擦力に対処するデジタル制御法を提案した。

本論文の知見として、上半身の動作情報により、下肢障害者の作業意図を推論し、ロボットによる自立生活の作業支援が可能であることを明らかにする。少子高齢化社会において、人間社会における福祉への貢献が期待できる。

本論文は全7章から構成され、以下に本論文の構成について述べる。

第1章は、背景を概説する。下肢障害者の自立生活支援に関する現状について述べる。我々の研究グループでは、下肢障害者の歩行機能を補助して、開発している自立生活支援ロボットを説明する。さらに、研究の目的、研究の難点及び研究手順を述べる。最後には、本論文の構成を説明する。

第2章では、自立生活作業の動作と作業意図の関係について述べる。まず、下肢障害者にとって、自立生活における必要な生活作業を説明する。次に、本論文の基本的観点について、異なる自立生活作業中において、モーションセンサーで上半身動作信号を測定実験により、生活作業動作情報が作業者の作業意図情報を含める事実を示す。その後、上半身作業動作を適切に計測するため、モーションセンサーの装着と姿勢情報の獲得法を検討する。最後に、作業動作情報から特徴の抽出法を述べる。

第3章では、上半身の作業動作情報を用いた、作業意図の推論法を述べる。まず、作業意図の概念、作業意図に含まれる具体的な作業内容と意図プロパティを述べる。次に、作業意図の知識ベースの構築について、作業意図の推論用言語的ルールによる知識の抽出法と知識の定式化、言語変数の定量化を説明する。更に、構築した作業意図の知識ベースにより、距離型ファジィ推論法に基づいた作業意図の推論法を提案する。最後に、実験により、作業意図推論法の有効性を実証する。

第4章では、ロボットによる作業支援を行うために、下肢障害者の作業意図推論結果により、作業支援動作の計画方法を説明する。様々な支援動作の知識を抽出し、定式化し、定量化して、作業支援動作の知識ベースを構築する。最後に、自立生活における下肢障害者に様々な作業を支援するロボットの支援動作計画法を提案して、実験により実証する。

第5章では、自立生活支援ロボットの制御法を述べる。支援動作を確実に実現するために、ロボットの制御法を開発する。まず、ロボットの運動学公式と動力学公式を導出する。次に、デジタル加速度制御法に基づいて、非線形摩擦力に対処する制御法を提案し、制御法の安定性を示す。最後に、シミュレーションと実験により、制御法の有効性を実証する。

第6章では、掃除や運搬など様々な作業を支援する実験により、自立生活支援ロボットによる下肢障害者の生活支援の可能性があることを実証する。

第7章では、結論と今後の展開について述べる。