

氏名	佐々木 大輔
授与した学位	博士
専攻分野の名称	工学
学位授与番号	博乙第4109号
学位授与の日付	平成18年 3月24日
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)
学位論文の題目	空気圧ソフトメカニズムを用いた生活支援ロボットの開発とその 応用に関する研究
論文審査委員	教授 則次 俊郎 教授 井上 昭 教授 鈴森 康一

学位論文内容の要旨

本論文では身体機能の低下した高齢者や障害者ならびに介護者の支援を目的としたソフトアクチュエータ、空気圧ゴム人工筋ならびにソフトセンサから構成される各種生活支援ロボットの開発を中心に議論を進めその有用性を示している。

第1章では現在の社会情勢における本研究の意義を述べた後、本論文の構成を述べた。

第2章ではゴム材料から構成される柔らかい触覚センサを開発した。まず、センサの構造および基本特性について述べた。その結果から、ソフト触覚センサはシリコンゴムの弾性による低感度域が存在するが、それ以上の力および変位に対して内圧はほぼ線形に上昇することが確認された。複数のソフト触覚センサ上にシリコンシートを貼付したソフト触覚センサシートを開発した。力およびモーメントの釣り合い式からソフト触覚センサシートに加えられた力と作用点が連続的に検出可能であることを確認した。

第3章では、シリコンゴムボールからなる面駆動型ソフトアクチュエータを開発した。まず、面駆動型ソフトアクチュエータの構造と動作原理ならびに制御手法について述べ、動作性能を調べた。つぎに、第2章で述べた力作用点検出法を用い、対象物の重心位置をフィードバックする閉ループ制御系を構築し位置決め精度を改善した。最後に面駆動型ソフトアクチュエータの応用として介護支援ベッドを開発し、褥瘡予防に有効であることを確認した。

第4章では生活支援ロボットに用いるソフトハンドの構造と動作原理を述べた。つぎに、手指の屈曲・伸展、手首の屈曲・伸展・ねじり動作が可能であることを実証した。つぎにソフト触覚センサを指先に取り付け一定接触力で人間の清拭を行った。一定形状ではない人間の腕を清拭する場合でも、アクチュエータの内圧を変化させて一定接触力を保つことを確認した。

第5章では、空気圧ソフトアクチュエータを用いた上肢の屈曲動作支援装置 ASSIST の開発を行った。まず、手首、肘部屈曲動作支援装置の構造、基本特性について述べた。筋電位によって支援効果を調べた結果、本装置は筋肉負荷の軽減に有効であることが確認された。つぎに装着者の意思に基づく装置の制御手法を提案し、その有効性を確認した。最後に負荷トルクを補償するため外乱オブザーバを導入し、負荷積載時の支援性能の改善を行った。

第6章では、物体把持支援を目的にウェアラブルパワーアシストグローブを開発した。まず、パワーアシストグローブの構造、使用した各種空気圧ゴム人工筋の基本特性について述べた。つぎにソフト触覚センサを指先に取り付け指先把持力のフィードバック制御を行った。最後に装着時の支援性能を評価し、本グローブが動作支援・疲労軽減に有効であることを確認した。

第7章は空気圧ソフトメカニズムが生活支援ロボットを実現する手段の一つとして有望であることを述べ本論文のまとめとしている。

論文審査結果の要旨

本論文では身体機能の低下した高齢者や障害者ならびに介護者の支援を目的としたソフトアクチュエータ、空気圧ゴム人工筋ならびにソフトセンサから構成される各種生活支援ロボットの開発を中心に議論を進めその有用性を示している。

第1章では現在の社会情勢における本研究の意義を述べた後、本論文の構成を述べている。

第2章ではゴム材料から構成される柔らかい触覚センサを開発し、センサの構造および基本特性について述べるとともに、複数のソフト触覚センサ上にシリコンシートを貼付したソフト触覚センサシートを開発している。力およびモーメントの釣り合い式からソフト触覚センサシートに加えられた力と作用点が連続的に検出可能であることを確認している。

第3章では、シリコンゴムボールからなる面駆動型ソフトアクチュエータを開発し、面駆動型ソフトアクチュエータの構造と動作原理ならびに制御手法について述べ、動作性能を調べている。つぎに、第2章で述べた力作用点検出法を用いて対象物の重心位置をフィードバックする閉ループ制御系を構築するとともに、介護支援ベッドへの応用の可能性を示している。

第4章では生活支援ロボットに用いるソフトハンドを開発し、手指の屈曲・伸展、手首の屈曲・伸展・ねじり動作が可能であることを示している。つぎにソフト触覚センサを指先に取り付け一定接触力で人間の清拭作業を行い、その有用性を確認している。

第5章では、空気圧ソフトアクチュエータを用いた上肢の屈曲動作支援装置 ASSIST を開発し、手首、肘部屈曲動作支援装置の構造、基本特性について述べている。また、装着者の意思に基づく制御手法を提案し、その有効性を確認するとともに、負荷トルクを補償するため外乱オブザーバを導入し、その効果を明らかにしている。

第6章では、物体把持支援を目的にウェアラブルパワーアシストグローブを開発し、ソフト触覚センサを指先に取り付け指先把持力のフィードバック制御系を構成している。装着時の支援性能を評価し、本グローブが動作支援、疲労軽減に有効であることを確認している。

第7章は本論文をまとめている。

以上のように、本論文は、学術的および実用的にきわめて有用であり、博士（工学）の学位論文に十分値するものと判断する。