

Development of Haptic End-effector for Medicine and Manufacturing

August 2017

MATSUNAGA, Takuya

主 論 文 要 旨

報告番号	甲 第 号	氏 名	松永 卓也
主 論 文 題 名 : Development of Haptic End-effector for Medicine and Manufacturing (医療および産業応用を目的としたハプティックエンドエフェクタの開発)			
(内容の要旨) 少子高齢化による労働力不足の解消や危険な環境における労働力として、ロボット技術の研究が進められている。人間の上肢は複雑な作業を実現可能であり、ロボットは人間の上肢の動作を実現することで、様々な作業が可能となる。特に、マスタ・スレーブ型の遠隔操作ロボットを応用した多自由度鉗子ロボットは、様々な機構が提案されている。より安全な作業の実現には力触覚技術が必要であるが、力触覚情報伝達装置の多自由度化は容易ではない。本研究では、人間の上肢の動作に対応した自由度を有する力触覚情報伝達装置として5自由度 HEM ² (Haptic End-effector for Medicine and Manufacturing)を開発し、力覚情報に基づいた作業を実現した。 第1章では、本研究の背景および目的を述べた。遠隔操作ロボットおよび力触覚伝達装置の先行研究について概説した。 第2章では、外乱オブザーバによるロバストな加速度制御に基づいたロボットの動作制御について述べた。 第3章では、力触覚伝達装置のための制御系として、加速度制御に基づく4chバイラテラル制御、斜交座標制御、動作再現システムについて述べた。 第4章では、バックドライバビリティが高い機構を有する2自由度ハプティックロボットについて述べた。リニアモータで構成される2自由度ハプティックロボットのシリアルリンク機構は、多自由度の力触覚伝達装置に有用であり、また、スライダクランク機構を用いたエンドエフェクタは、リンクの寸法を適切に設計することで近似による制御の単純化が可能となることを確認した。 第5章では、軟性内視鏡ロボットへの搭載を目的として開発した小型ハプティック鉗子ロボットについて述べた。高減速比の機構はトルクの伝達効率が低下する原因となるため、出力を力センサで測定して伝達効率を導出し、反力オブザーバの推定値を補正することで推定精度を改善した。 第6章では、遠隔操作および動作再現において、人間の手、手首、腕に対応する動作をおこなう5自由度 HEM ² について述べた。把持、直動、ロール、ピッチ、ヨー動作で構成される5自由度の動作により、複雑な作業を可能とした。シリアルリンク機構は慣性の増大の影響を受けるため、スライダクランク機構を備えたシリアルリンク機構とパラレルリンク機構および回転機構を並列に駆動する機構を提案し、自由度の増加にともなう力覚情報伝達性能の劣化を抑制した。複雑な作業の一つとして、2組の5自由度 HEM ² を用いた遠隔操作で結紮を実現し、保存した触覚情報をもとに動作を再現した。 第7章では、本研究の結論を述べた。並列駆動機構を用いた5自由度 HEM ² は、力触覚技術を応用して人間の手、手首、腕に対応した動作を実現可能であり、医療および産業分野において、より安全な作業の実現が期待される。			

