

電子・情報工学専攻	学籍番号	019304
申請者氏名	Minyong Panya	

指導教官氏名	寺嶋 一彦 教授 清水 良明 教授
--------	----------------------

論文要旨 (博士)

論文題目	Motion Control of Mechatronics Systems Concerning with Multi-fingered Robot Hand and Transfer System of Linear Motor (リニアモータ搬送システム及び多指多関節ロボットハンドに関する メカトロニクスシステムのモーションコントロール)
------	--

(要旨 1,200 字程度)

本研究では、メカトロニクスシステムを中心とし、特に、搬送システムのモーションコントロールと多指多関節ロボットハンドのモーションコントロールに焦点を絞り、メカトロニクス技術の発展に貢献できるための基礎制御技術開発を行った。

本論文前半においては、誘導型リニアモータの制御をとりあげる。それを安価な V/f (Voltage/frequency) インバータで制御すると、非線形な推力特性や静止摩擦、またすべりによるスリップなどのため、ベクトル制御方式と比べて位置決め精度が保証できない問題点を持つ。これらの問題点を解決するために、まず、推力特性の解析を行うことにより、推力とすべり周波数との間の限られた範囲に線形性があることを示す。その範囲の加速度を制御に利用して、推力とモータ側負荷質量との関係から目標軌道に使用する加速度の範囲を決めた。次に、電磁界理論に基づくモデルが制御系設計には複雑であるため、制御系設計用簡易モデルを構築した。最後に、負荷変動などに対するロバスト安定性を保証し、かつ、目標位置への高速高精度な追従特性を達成するために、ループ整形を合理的に行う目的で H_{∞} 制御理論を本システムに適用し、アドバンスな設計を行った。理論・実験解析の結果、高性能な制御システムが実現された。

本論文後半では、フレキシブルで高度なモーションができる多指多関節のロボットハンドを設計・製作し、熟練動作ができるコントロールシステムを構築することを目的に、人間型ロボットハンドの研究を行った。具体的な応用対象として、人間の熟練者のような機能、人間の意思を伝達する機能、人間の個人差や調子に応じて対応する機能を持つシステムを構築することを考え、エキスパートマッサージシステムの研究開発を行った。つまり、熟練マッサージ整骨師と同じ揉み動作を再現できるロボットを構築する。マッサージ整骨師による実際の熟練揉み動作を、ティーチングプレイバック方式により多指多関節ロボットハンドで再現できるシステムを構築した。まず、多指多関節ロボットハンドのシステム構成、設計、製作、ロボットのモデル化、指先力測定などのセンサ解析、専門家によるマッサージ動作の解析などを行った。次に、ニューラルネットワークを用いて、逆運動学問題をオフラインで解き、エキスパートにより与えられた指先目標位置・指先力に追従できるフィードバック制御システムを構築した。さらに、より精度の高い再現を行うために、オンライン用指先力センサを指先に搭載し、指先力のフィードバック方式を用い、再現性の高いエキスパートマッサージロボットを構築した。実験結果により、エキスパートの動きに対して、高い精度でプレイバックができることを実験で確認した。

本研究で達成された円筒状誘導リニアモータにおける制振機能を備えた、高速高精度位置決め搬送技術、および4本指13関節のロボットハンドによる人間のように熟練したハンドリング技術は、産業界や日常生活での高度な支援技術としての基礎的知見を与えるものと考えられる。