

# 新産業基盤技術としての モーションコントロール

新産業基盤技術としてのモーションコントロール  
に関する協同研究委員会編

## 目 次

1. まえがき	3	4. 新産業創出のためのモーションコントロール 技術 — 移動体分野 —	52
1.1 背景	3	4.1 車輪型倒立振子のモデリング	52
1.2 委員会活動報告	3	4.2 ハイブリッドシステムに基づくドライバ 運転行動モデルを用いた自律走行車の 制御システム設計	56
1.3 本報告書の構成	3	4.3 可変駆動ユニットシステムを有する 電気自動車の開発と制御	60
2. 次世代の産業機器・民生機器における モーションコントロール技術	4	5. 新産業創出のためのモーションコントロール 技術 — ロボティクス分野 —	65
2.1 エラー予測型トラッキング制御系の 開発と今後	4	5.1 リハビリ支援ロボットを用いた運動療法 のためのモーションコントロール	65
2.2 波動歯車装置を内在する位置決め機構の モデル化と制御	10	5.2 脚拡張外骨格の提案と考察	72
2.3 NC 工作機械のサーボ調整ツールについて	15	6. あとがき	76
2.4 加速度センサフィードバックによる 振動抑制制御	20		
2.5 簡易調整を考慮した負荷加速度フィード バックによるサーボの振動抑制制御	24		
2.6 半導体露光装置の制御技術	28		
2.7 ロボットアームのグレーボックス モデリングと振動抑制制御	31		
2.8 HDD のヘッド位置決め制御	36		
3. モーションコントロールの新しい 周辺関連技術	40		
3.1 デジタル制御での演算時間遅れを 考慮した限定極配置法	40		
3.2 波動システムのモーションコントロール	45		
3.3 モーションコントロールシステムへ 適用可能な光ネットワーク技術	49		

# 新産業基盤技術としてのモーションコントロール に関する協同研究委員会委員

委員長 藤本 康孝(横浜国立大学)  
幹事 名取 賢二(千葉大学)  
弓場井一裕(三重大学)  
幹事補佐 久保 亮吾(慶應義塾大学)  
委員 浅野 洋介(木更津工業高等専門学校)  
熱海 武憲(HGST ジャパン)  
池田 英俊(三菱電機)  
石井 千春(法政大学)  
伊藤 正英(愛知県立大学)  
岩崎 誠(名古屋工業大学)  
内村 裕(芝浦工業大学)  
浦川 禎之(ソニー)  
恵木 守(オムロン)  
呉 世訓(Sogang University)  
大明 準治(東芝)  
大石 潔(長岡技術科学大学)  
大内 茂人(東海大学)  
大西 公平(慶應義塾大学)  
置田 肇(ファナック)  
小椋 優(I H I)  
小田 尚樹(千歳科学技術大学)  
桂 誠一郎(慶應義塾大学)  
加藤 敦(住友重機械工業)  
加藤 義樹(三菱重工業)  
金子 健二(産業技術総合研究所)  
上條 芳武(東芝)  
河村 篤男(横浜国立大学)

委員 駒田 諭(三重大学)  
境野 翔(埼玉大学)  
残間 忠直(千葉大学)  
柴田 昌明(成蹊大学)  
島田 明(芝浦工業大学)  
下野 誠通(横浜国立大学)  
鈴木 達也(名古屋大学)  
関 健太(名古屋工業大学)  
高橋 悟(香川大学)  
高橋 太郎(トヨタ自動車)  
辻 俊明(埼玉大学)  
野崎 貴裕(横浜国立大学)  
橋本 誠司(群馬大学)  
早川 聡一郎(三重大学)  
林田 宣宏(ニコン)  
平田 光男(宇都宮大学)  
藤本 博志(東京大学)  
堀 洋一(東京大学)  
真鍋 舜治( )  
南方 英明(千葉工業大学)  
村上 俊之(慶應義塾大学)  
元井 直樹(神戸大学)  
矢代 大祐(三重大学)  
吉浦 泰史(安川電機)  
劉 江桁(富士電機)  
執筆 加来 靖彦(安川電機)  
協力者

## 1. まえがき

### 1.1 背景

現在、モーションコントロール技術は、工作機械、産業用ロボット、ステージ装置、マテリアルハンドリングシステム、エレベータ、ディスク装置、車両駆動システム、圧延機、印刷機、フィルム成形機などの様々な産業機器・民生機器に広く用いられている。これらの機器においては、モーションコントロールの性能が装置自体の性能に大きく関わっているため、次世代の高性能な装置開発において、より高度なモーションコントロール技術の開発が重要な役割を担っている。

また、新しいセンサ、新しい計測技術、新しいパワーデバイス、新しいアクチュエータ、新しい設計技術、新しい素材等の登場に伴い、モーションコントロール技術に対する新しい課題が生じ、これを解決することにより、より高度な装置性能が達成可能となる。

一方、モーションコントロール技術を核とした技術分野で、現在は本格的な実用に至っていないが、将来、重要な産業に発展すると思われる技術分野が存在する。これらの技術分野として、たとえば、人間支援技術や医療・福祉支援技術が挙げられる。これらの機器では、これまでの産業機器・民生機器とは異なり、機械が人と直接接触するような状況や、機械の周辺環境を単純にはモデル化できないような状況が発生するため、従来とは異なる新しいモーションコントロール技術が必要とされる。

以上のような状況に鑑み、電気学会産業応用部門産業計測制御技術委員会のもとに、2012年8月から2014年7月まで「新産業基盤技術としてのモーションコントロール協同研究委員会」を設置し、2年間にわたり技術動向調査を行った。2013年1月からは新たに発足したメカトロニクス制御技術委員会傘下の協同研究委員会として活動を行った。

### 1.2 委員会活動報告

本協同研究委員会では、2年間にわたり12回の委員会、9回の見学会を開催し、また、2013年産業応用部門大会においてシンポジウムを企画・開催した。それらの活動を通して、委員会では主に以下の項目について調査を行った。

(1) 次世代の産業機器・民生機器におけるモーションコントロール技術の課題調査：産業界および学界の視点から、次世代の高機能・高性能な産業機器・民生機器におけるモーションコントロール技術の課題およびニーズ・シーズの調査

(2) モーションコントロール技術に影響を与える新しい周辺関連技術の動向調査：モーションコントロール技術に新しい課題を供する新しいセンサ、計測技術、パワーデバイス、アクチュエータ、設計技術、素材等の周辺関連技術の調査

(3) 新産業創出のためのモーションコントロール技術の

動向調査：モーションコントロール技術を核とした技術分野で、現在は本格的な実用に至っていないが、将来、重要な産業に発展する技術分野の動向調査

以上の項目について、委員会では産業界および学界それぞれの視点からバランスよく調査することを特に重視し、活動を行った。

### 1.3 本報告書の構成

2章では、次世代の産業機器・民生機器におけるモーションコントロール技術について報告している。制御性能の高性能化とともに、パラメータ調整機構の自動化や簡易化が大きな話題の一つとなっている。

3章では、モーションコントロールの新しい周辺関連技術を紹介している。特に新しい制御系設計技術について報告している。

4章および5章では、新産業創出のためのモーションコントロール技術について解説を行っている。特に4章では移動ロボットや自律運転ロボット、電気自動車などの移動体分野、5章ではリハビリ支援ロボットや身体拡張ロボットなどのロボティクス分野について紹介している。