

# シンプルで扱いやすく高性能な制御を実現する コントローラ設計技術

研究者：名古屋工業大学大学院工学研究科 電気・機械工学専攻 前田佳弘 准教授

産業用ロボットや半導体・電子部品製造装置などを、マイクロメートル、ナノメートル単位で狙ったところへ正確に素早く動かして、なおかつピタッと振動も止める。産業メカトロニクス機器の超高速・高精度位置決め制御技術は、日本が世界をリードする技術分野の1つだが、高度な知識と技術を必要とするため、時間的・人的コストの観点から産業界に広く普及・実装されているとは言い難いのが現状だ。多様な制御対象に対するモーションコントロール（運動制御）の研究・開発を行っている前田佳弘准教授は、「シンプルで、扱いやすく、高性能な制御技術」をモットーに、だれでも簡単に高度な制御を実現できるように制御設計を自動化する技術（自動制御設計技術）の創出を目指す。



## ◇ 3つの設計プロセスを支える要素技術の追求

運動制御とは止まる位置を見越してどのような力を出すのかを考える問題であり、制御設計のプロセスは、「システム同定・モデリング」、「コントローラ設計」、「コントローラ調整・適応」という3つに分けられる（図1参照）。「システム同定・モデリング」のプロセスでは、力をかけたら装置がどのように動くのかを正確に計算できる数学モデルを作る。そのために、装置の運動特性の測定とモデル化を行い、数学モデルを組み合わせて装置の運動をシミュレーションするためのシミュレーターを構築する。ここで構築するモデル・シミュレーターの精度が後に続くプロセスの良し悪しを左右する。



続く「コントローラ設計」では、構築したシミュレーターを用いて高性能な位置決めを実現するコントローラを作る。高速性能と制振性能の両立や運動を乱す外的な要因の影響を抑圧するコントローラ的设计には、数学モデルをうまく活用することで、理想的な力の出し方を時々刻々と計算することができる。両者の設計は、高度な制御理論に基づいて行われ、時には独自に設計理論を構築する必要もあるが、理論はできるだけ簡単にすることを忘れない。

図1 設計自動化に向けた各プロセスの勘どころと横断的技術

装置の個体ごと、装置の置き場所、温度などの周囲環境、経年変化によって装置の運動特性にはバラツキが生じる。運動性能のバラツキをある規定値以内に抑えるための「コントローラ調整・適応」のプロセスでは、装置が自動的に短時間でコントローラのパラメータ変更を行うための先進的なアルゴリズムの構築を行っている。産業現場での手動による所要時間が従来半日以上かかる場所、1時間以内での設定完了を目指す。

## ◇ 全プロセスを完全自動化するための横断的技術の創出

現代ものづくり社会は、製品の複雑化・多様化に反して技術者の不足・減少という問題を抱えており、研究中の自動制御設計技術によって制御設計の省労力化と高付加価値化の実現が期待される。

高性能な運動制御の実現は全プロセスを高次元に達成してはじめて得られるものであるが、各々のプロセスだけでも非常に高度で複雑な技術であり、非常に膨大な時間と労力を必要とする。では、どのようにして産業界に普及させるか。前田准教授は、全プロセスを完全自動化することでこの問題を解決しようと考えている。最大の課題は、各プロセスを効果的につなぐ横断的技術を見出し、効率的な自動制御設計技術として確立することである。例えば、コントローラ設計に必要な数学モデルを短時間で高精度に測定・モデル化する方法、高性能かつパラメータ調整がしやすいコントローラ的设计方法など、前後のプロセスとの相性がよい横断的技術が鍵になる。提案する自動制御設計技術によって、ものづくり社会が抱える問題を解決すると共に、世の中に存在するたくさんの産業機器の制御性能向上が期待できる。

お問い合わせ先 国立大学法人 名古屋工業大学 産学官金連携機構

〒466-8555 名古屋市昭和区御器所町字木市29番

E-mail: c-socc@adm.nitech.ac.jp

URL: <http://tic.web.nitech.ac.jp>