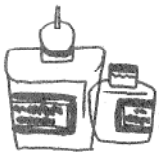


制御工学講座



研究室紹介

木村英紀*

制御工学講座はかつては産業機械工学科に属していたが、1986年の機械系改組にともない、新設された電子制御機械工学科に移籍された。1993年3月現在、職員は筆者(87年基礎工学部制御工学科より配置替え)、太田快人講師(91年電子工学科より配置替え)、橋本浩一助手(90年採用)、山本茂助手(89年採用)、香川さゆり事務官(90年採用、他研究室との兼務)の5名で、平均年齢は33歳である。学生はDC5名、MC7名、研究生1名、4回生9名であり、うち外国人は5名(中国2名、韓国、チェコ、タイ各1名)である。

制御工学は機械工学や電気工学のようにはっきりした対象を持っているわけではないので、専門外の人々にはイメージを結びにくいようであるがその歴史は非常に古く、ワットが自分の発明した蒸気機関の回転数を制御するために考案した遠心调速器まで遡ることが出来る。工場や機器を動物にたとえれば制御系は頭脳や神経系の役割を果たすので、それぞれの産業分野で制御がどこまで発達したかがその分野の進化の度合を表わす指標のひとつとなってきた。最近では日常生活で使われる工業製品で制御が大きな役割を演じるようになり、制御という言葉も以前よりずっと身近なものとなったと思われる。

「制御」という言葉は文字どおり「制し御す」という実践的な意味を持ち、極端に言えば目的を達成することが一番重要なことで、そのための手段や手順は二の次という目的志向の意志がこめられている。このような実用的な色彩の強

い制御の分野がすでに100年以上も前から数理的な理論を持ち、「制御理論」がこの分野の進展の鍵を握っていることは専門外の人々にとって意外なことであるかも知れない。本講座でも制御理論が研究の核となっている。

制御の本来の目的は、ワットの调速器がそうであったように、予測できない環境や特性の変動にもかかわらず対象の動作を望ましい状態に保つことである。このような自律的な修正動作を最小限の装置で簡単に実現するための機構がフィードバックである。従来、制御系の設計と例えばフィードバックのゲインを適当に組合せ応答を見ながら調整することであった。この程度の制御で事が足りていたのは、フィードバックという原理が自然の自己調整機能を無理なく引き出す素晴らしいものだからである。しかし、技術の進歩に伴って制御の対象がますます複雑になり、要求される制御の質も高くなってくると、今までのような勘と経験に頼った単純なフィードバックでは満足出来る制御が実現出来ない。対象の物理的性質、構造をよくわきまえた上でもっと深く対象の内部に立ち入った合理的な細かい制御を行うことが必要になる。

工学系は幾つもの物理的なプロセスが互いに関連しながら進行する複雑なシステムなので、その特性を隅々まで正確に把握することは本来難しく、対象に関する我々の知識には大きな限界がある。最近ではひとつの機器やシステムが膨大な数の要素や組合せを含む場合が多い。また技術のライフサイクルが短くなって新しい製品や工程が次々に産み出され、特性を詳しく解析する時間が十分にとれないことも多い。さらに家電製品や自動車などの量産品に制御系を装着する場合は、避けられない製品の特性のばらつきをどうするかという問題は深刻である。こ



*Hidenori KIMURA
1941年11月3日生
東京大学工学系大学院博士課程修了
現在、大阪大学工学部電子制御機械工学科、教授、工博、制御工学

のような事情のもとで制御対象の未知の部分が急速に増え、我々の知識は相対的に減少しつつあるのが現状である。これを解決するには、対象の物理的な構造に根ざした合理的な制御を、不確かさな知識のもとで実現する方法を生み出すしかない。すなわち、「不確かさ」を克服し、考えられるあらゆる状況のもとで満足に動作する「頑健な」(ロバスト)制御系を構成することが制御理論の最も重要な課題となっている。

自動化省力化を究極の目標とするオートメーションは古くから制御の重要なテーマであった。これまでのオートメーションはどちらかと言えば人間の行っている単純労働の自動化を対象としてきた。労働時間を大幅に短縮せよという外圧の高まりや「3K 職場」の求人難は周知の事実であるが、このような背景のもとにオートメーションをさらに進めて、かなりの熟練労働、場合によっては認識や判断を必要とする高度な作業も自動化することが要求されている。このような質的に新しい段階のオートメーションを実現するためには、「学習」や「連想」「探索」「推論」「パターン認識」などの人間の高度な情報処理機能を制御技術の中に実現することが必要になってくる。このような新しい情報処理機能を備えた制御は知的制御 (intelligent control) とよばれている。知的制御ははっきりした定義もまだないし、基本的な方法論も確立されていない未知の分野であるが、物理系と情報/知能系の接点にあって数多くの魅力的なテーマに満ちている。人工知能の研究と手を携えて今後急速に発展することが期待される。

以上述べてきたように、「不確かさ」(uncertainty) と「知能」(intelligence) がこれからの制御工学の方向を示す最も重要なキーワードである。さらに付け加えれば、「知能」は「不確かさ」に直面した制御系が自分の動作を決めるものである。つまり、「不確かさ」があるからこそ「知能」が必要となる。この意味でこの2つのキーワードは密接なつながりを持っている。

本講座の研究内容も「不確かさ」「知能」の2つのキーワードで表わされる。「不確かさ」に関しては「不確かさ」を許容するロバスト制

御の理論と応用が研究室の大きなテーマのひとつである。理論では設計方式とモデリング方式の2つの側面から研究を進め、ロバスト制御の新しい統合理論の確立を目指している。前者に関しては H_{∞} 制御、L1制御など作用素論をベースとした新しい制御系設計理論の研究、構造的な不確かさを含む制御対象の2次安定化の理論など、後者に関してはデータとモデルの適合性の検定と不確かさの推定を研究している。

応用面では自動車関連の制御問題(アクティブサスペンション、アンチロック、ブレーキシステム、アイドリングスピード制御など)、構造物や音場の能動制振、連続鋳造システムの制御、XY テーブルの位置決め、磁気浮上システムなどに研究室で開発された手法も含む各種ロバスト制御の手法を応用している。

「知能」に関しては、画像処理と運動制御を結びつけた「視覚フィードバック制御」の基礎的な研究を行っている。研究の目的は、視覚を正規のセンサーとして用いることによってマニピュレーションの高度化を目指す実用的な側面に加えて、コンピュータビジョンと制御理論の両者をフレームワークとして融合することにある。現在は理論的にも実験的にもまだ初歩的な段階にあるが、将来は視覚処理と運動制御が本当の意味で融合し、視覚によって自由に制御が行える理論とシステムを確立したいと考えている。

制御工学の対象は電気、機械、化学、航空、冶金、船舶などほとんどあらゆる工学分野に及んでいる。制御工学は単独では大きな仕事をすることは難しいが、いろいろな分野の技術とうまく結びつく大きな成果を上げることが出来る。そのとき、制御工学はその分野の技術の潜在的な可能性を十分に発揮させることが出来る。本講座が産業機械工学科に所属していた頃、発酵プロセスの制御に関して発酵工学科と協同研究を行い大きな成果を上げている。このような学内の協同研究は本講座の研究の発展にプラスとなるので、パートナーを探しているところである。制御に絡んだテーマをお持ちの研究室のご協力を期待したい。