紹介

電気学会「ファジィ制御調査専門委員会」

ー制御理論の隘路を開くファジィ制御ー

山田 新一*

1. オートメーションと制御理論

オートメーションという言葉は1947年アメリカのフォード自動車会社の副社長、D.S. Harder氏がオートマテック・オペレーションを短縮して命名したといわれており、当時は単に材料等の機械加工程度の軽い意味のものであったが、自動化の急速な発展を言い表すのに極めて適切な響きを持っていたので、急速に全世界へ広まり、その内容も拡張されて用いられるようになってきた。

マサチューセッツ工科大学のブラウン博士によると「オートメーションはフィードバックの技術を用いて生産を増し、品質を改善し、製造に要する人間の筋肉労働量をへらすことである」と述べている。

かかる理由からオートメーションは人手によって行う作業を機械に代行させて、筋肉労働、知的労働量を削減するという意味に用いられるようになった。

このように人間が行っている労働を機械に置き換えて代行させる夢は人類が誕生して以来持ち続けて来たもので、歩行動作、重量物運搬を自動車に代行させた例はまさに近代文明の幕開けともいえるべきものである。

そして、オートメーションを実現させる技術や理論的裏付けが自動制御であり、システム制御理論である。

2. 制御理論の変遷

制御理論の概念はJ. Wattが蒸気機関を発明した時点で既に存在しており、1784年この概念を用いて調速機の開発に成功している。この調速機は

蒸気機関の出力の速度偏差に比例して、入力蒸気圧弁の開度を変化させるもので、いわゆるフィードバック制御の概念を利用したものである。すなわち、これは出力の変化量のみで入力を操作して(伝達関数法ともいう)システムを制御するフィードバック理論を基礎にした古典制御理論であり、1950年代末までに完成し、企業の現場の技術者にも非常にわかりやすく、広く一般産業界に適用され、かなりの成果を挙げて来た。

しかし、さらに精度の高い高度な制御が要求されると、どうしても制御対象の中身を知らないと制御ができず制御対象の同定が大きな問題になってきた。

1960年代にはいと、制御理論は制御対象に状態変数を導入して表わす現代制御理論が登場し、制御理論の主流は状態空間における挙動の数学的追求へと変化し、1970年代のコンピュータ技術の進歩と相まって、現代制御理論が急速に発展した。

しかし、産業界の技術者には理論が余りにも数学的で難かしく、企業の現実の制御問題には適用されず、理論と応用との間に大きなギャップが生ずることになった。このギャップを取り除くため、理論の研究者は古典制御の思想を用いて、制御対象と制御対象のモデルとの両者に同じ信号を印加し、それぞれの出力の差が無く成るようにモデルを修正してシステムを制御する、いわゆる適応制御理論を創設して古典制御理論と現代制御理論とを統合すると同時に、産業界にその有効性を示した。

しかしこの手法でもやはり制御対象の同定問題は依然として残っており、制御対象をある程度知っていないとこの理論も適用できない。

古典制御理論、現代制御理論、適応制御理論はいずれも制御対象の数学モデルが構成されて、は

* Shinichi YAMADA
武蔵工業大学 電気電子工学科

じめて制御が可能になる理論である。

しかし人間は制御対象の数学的記述がなくても、システムを制御することが可能である。

この人間的な制御手法こそ近年急激に話題を提供しだしたファジィ制御そのものである。

3. ファジィ制御の出現

古典制御理論は線形単一入力、単一出力システムの制御に非常に良い解を与えるものであり、現代制御理論は線形多入力・多出力システムの制御には極めて有効な手法である。しかし非線形システムの制御になるとその有効性が急激に減少し、現在のコンピュータではまだハードも、ソフトも十分これらの制御理論でシステムを制御しうる段階には達していない。

一方 1965 年アメリカ・カルフォルニア大学バークレー校の L.A. Zadeh 教授がインフォメーション・アンド・コントロール誌にファジィ集合という論文を発表し、「若い人」とか「背の高い人の集合」という境界のはっきりしない集合をファジィ集合と名付け、ファジィ集合は人間の思考の基本であるパターン認識、意味情報の伝達、なかでも抽象化ということに重要な役割りを果たしていることを指摘し、数学的理論として展開した。

その後 1974 年イギリス・ロンドン大学の E. H. Mamdani 博士がスチームエンジンの自動運転にファジィ推論を適用して良い結果を得たので、全世界はファジィ理論が制御に適用できることを初めて知らされた。

その後 1980 年デンマークのスミス社からセメント・キルン用ファジィコントローラが登場し、ファジィ制御が急速に注目を浴びるようになって来た。

4. ファジィ制御への期待

以上のように 1980 年代に入るとファジィ制御の研究が盛んになり、日本においても東工大と富士電機との共同で浄水場の薬品注水制御の実用化とか、日立製作所の仙台地下鉄の列車定位置制御とかにファジィ理論が適用され、実用化された。

このようにファジィ制御は大規模複雑な非線形要素を含むシステムとか、人間的因子を含んだ制御対象、及び制御対象の同定が出来ないシステムに適用してかなりの成果をあげている。

それ故、いままで機械化できないが、手動ならうまく制御できるシステム、すなわち人間の知識と経験とを生かして行っている制御分野に適用すれば、従来の理論ではオートメーション化できなかったものが、できるのではないかと夢が持たれるようになった。

そして、このような分野は非常に多く、むしろ今までオートメーション化されたものの方が少ないのが現状である。

したがって、ファジィ制御は今後益々発展し、実用化されていくものと期待されている。

5. 電気学会ファジィ制御調査専門委員会とその役割

そこで電気学会ファジィ制御調査専門委員会としては、産業界の各企業で実用化されているファジィ制御の実用例を集め、体系化すると同時に、共通の基盤で新しい適用分野を発掘し、産業界に貢献することを目的として平成元年 4 月本委員会が発足した。

この委員会は電気学会産業応用部門に属している。産業応用部門は「各種産業分野での現業における応用」に重点を置き、産・学が一体となって新しい技術の調査・研究を行う組織として昭和 61 年 6 月に発足した電気学会の中で最も新しい部門である。

本委員会はファジィ制御実施例の発表の場であると同時に情報交換の場であり、新しい適用分野の探索の場でもある。今後ますます発展するファジィ制御で、これまで制御できなかった新しい分野をオートメーション化するのも本委員会の役割のように思う。 (1989 年 10 月 20 日受付)

[問い合わせ先]

〒158 東京都世田谷区玉堤 1-28-1
武蔵工業大学 電気電子工学科
山田 新一
TEL: 03-703-3111(内)390~391
FAX: 03-703-9513