

1G-7

多変数制御系設計用 エキスパートシステム

片岡 正俊 田中 満 小林 正幸 石黒 悅子
(三 菱 電 機 株 式 会 社)

1. はじめに

近年エンジニアリングソフトウェアは単なる解析・シミュレーション機能だけでなく、設計・評価分析を含めた総合的なCAEソフトウェアとなりつつある。制御系設計の分野も例外ではなく、各種の総合的なCAEシステムが開発されている。⁽¹⁾⁽²⁾ところが、こうしたCAEシステムを上手に活用して設計を行うにはある種の設計ノウハウが要求される。一口に設計ノウハウといってもその範囲は広いが、この場合は次のように分類できる。

- ① 制御系の構造の決定
- ② 制御系のパラメータの決定
- ③ 制御系の設計・解析手順

①はもっとも高度な支援であるが、このレベルになると制御性能と製造コストのかねあいが重要となるなど自動化がむつかしい。②については、適当な評価関数を最大（最小）化する非線形最適化問題に帰着させるアプローチがとられているが、評価関数の決定にむつかしい点がある。そこで我々の研究では、③に焦点を絞りエキスパートシステム技術で設計解析をガイドしていく多変数制御系設計用エキスパートシステムを試作した。

2. コンサルテーションの目的

制御系設計において現在話題になっている問題の1つとして多変数制御の問題がある。これに対し現代制御を適用した解析システムとしてMIMOSを開発したが、MIMOSが典型的なコマンド・システムであるために使用法にむつかしい点があり、特に初心者に対するなんらかの支援ツールが必要であった。

この対策として、筆者らは次の二つの機能を持つエキスパートシステムを開発した。

(i) ガイド型コンサルテーション

作業手順を、入力、コントローラ設計、システム構築、解析、出力、評価分析の6段階にわけ、順をおって作業を進める際のガイドを行なう。

(ii) ゴール型コンサルテーション

最終的な設計目標をキーワードで与えると、それを得るために標準的なコマンド列を設計者に提供する。

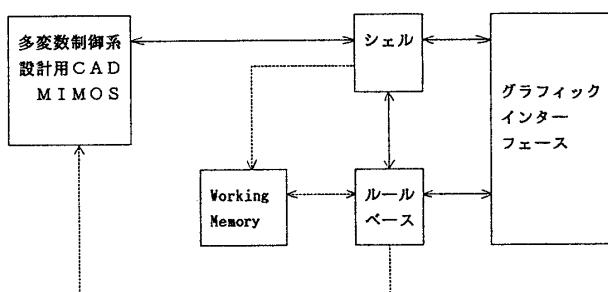
前者は必要な条件が揃えば次のフェーズに移るといういわば前向き推論の機能であり、後者はゴールを得るために必要条件を逆に求める後向き推論の機能を要求される。これらを同時に満たしつつメンテナンスの容易なシステムを構築するには何等かのエキスパート・システム構築のツールが必要であり、筆者らは他言語とリンクの容易なOPS8⁽³⁾を採用した。

3. システム概要

図1にシステム概要を示す。本システムはMIMOSとは独立したシステムとして設計されており、MIMOSとはプロセス間通信でコマンドを送り込む形になっている。

(1) シェル

システム全体の動きを管理するモジュールとしてシェルがあり、①ユーザインタフェース②ワーキング・メモリーの管理③ルールベースに基づく推論の起動を担当している。ユーザからの相談のリクエストに応じて、必要なゴールをワーキング・メモリーに作成し、その後推論の起動を行う。



— 制御の流れ
— データの流れ

図1. 多変数制御系設計用エキスパート・システムの概要

(2) ワーキング・メモリー

ワーキング・メモリーにはコンサルテーションの目的であるゴール要素の他、ブロック線図、状態方程式、フィードバック行列、閉ループ極などの設計過程で生じる種々のオブジェクト要素が含まれる。このワーキング・メモリーの中の状態に応じてルールベース中の適切なルールが選択され実行されることになる。

ワーキング・メモリーはコンサルテーションを受けているユーザの状態を反映したメモリーといえる。

(3) ルールベース

設計の進め方、コマンドの用い方など多くのルールが格納されている。いくつかのグループに分けると、①ワーキング・メモリーの内容診断 ②ゴール要素の変換 ③オブジェクト要素の生成・削除・変更 ④MIMOSへのコマンド転送に分かれ。これらのルールを繰り返し適用しあてはまるルールがなくなった時点で推論を終了する。

(4) グラフィックインターフェース

コンサルテーションで特に重要な働きをするのがグラフィックインターフェースである。本システムでは、次の機能を開発した。①コマンド・ツリーの表示 ②マウスによるコマンド入力

本エキスパートシステムの画面例を図2に、コマンド一覧を表1に示す。右のウィンドでガイド型のコンサルテーションを実施している。現在、解析のフェーズにあり解析系のコマンド・ツリーが表示されている。ここでは、周波数応答解析のコマンドFREQを選択している。

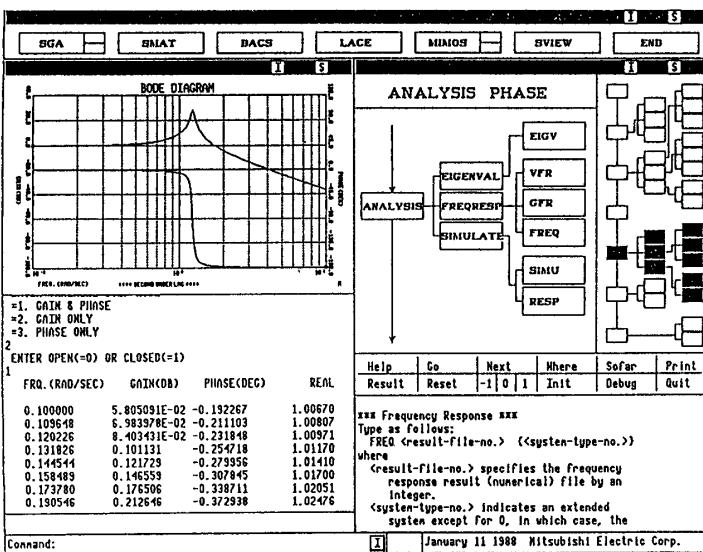


図2. 多変数制御エキスパートシステム 画面例

そして左のウィンドではMIMOSが実行されていてそこにFREQコマンドが送り込まれて計算した結果が表示されている。

表1. 主なコンサルテーションコマンド一覧

コマンド	機能
Help	コマンドの実行方法を表示
Go	コマンドの実行
Next	次のフェーズへの移行
Where	現在のフェーズを表示
So far	現在迄の状況を説明
Print	コンサルテーションの履歴をプリント
Result	結果値の設定
Init	ワーキングメモリのクリア

4. まとめ

制御系CAEソフトウェアに対するエキスパートシステムの1つの事例を紹介した。この種のエキスパートシステムでは解析系とコンサルテーション系の動的なリンクが重要である。こうすることによって、(i)初心者はコンサルテーションを通じて設計の進め方をマスターすることができ、(ii)熟練者はマニュアルなしでの迅速な利用が可能となる。

現在は試使用段階であるが、今後日本語機能および設計ルール等の追加を行い、より実用的なものを目指す所存である。

参考文献

- [1] 小特集：制御系のCAD，電気学会誌VOL.106, NO.2 (1986)
- [2] 片岡、小林：高性能ワクスティングによる制御系設計CAEシステム，情報処理学会第32回全国大会(1986)
- [3] C.L.Forgy：人工知能用言語OPS83, ハーナルメティア (1986)