

知識メディアステーションを用いた
構造物設計支援システム

5B-2

和気 朝臣

三菱電機(株)中央研究所

1. はじめに

知識メディアステーション(以下KMSと呼ぶ)は、高度な情報処理能力をもつ計算機を特殊な能力を必要とせず知識処理を主体としたメディアとして利用することを目的とした『知識メディア』[1][2]を実現した新世代のワークステーションである。KMSは、論理型言語(プロログ)に制約指向を導入した推論機構と、知識の蓄積・整理・体系化を可能にするハイパーメディアと、これらの機能を簡単な操作で利用可能にする知識プロセッサから成り、幅広い分野における知識処理作業を包括的に支援してくれる。

本稿では、KMSを用いて作成された道路橋設計を支援するプロトタイプシステムについて述べる。

2. システムの概要

道路橋を設計する場合、詳細な設計を行う前に橋の形状やその特性等を設計者はあらかじめ把握しておかなければならない。本稿で述べるシステムは、設計者の概略設計を支援し、橋の形状を対話的に変更しながらその橋の固有周期を基に特性を把握し、橋の形状を決定することを目的とする。地形線データ・橋脚の位置や高さのデータ・構造物の形状を変更するパラメータ等を入力情報とし、地形線と橋の形状図・橋の断面図・各種パラメータ表・固有周期計算結果表とグラフ等を出力情報とする。道路橋の設計者は、KMSの提供する表や文書を入力媒体とし、橋の構造解析結果を表や文書・グラフ・図形などで把握することができ、新たなデータを表や文書に書き込んで対話的に問題解決を行うことが可能である。

以下本システムの特徴について説明してゆく。

3. 制約記述による問題解決

KMSは制約記述を処理できる推論機構をもつので、この機能を利用して以下のように橋の形状や特性に関する制約を記述した。

橋の形状を表すために地形線をいくつかの直線の集合と考え、橋の上部構造物(主桁とよぶ)を地形線の両端点を結ぶ直線で表現する。例として、図1のような形状をもつ橋の制約を考えてみる。すると、橋脚の上下部位の座標は次のような直線の方程式を満たす。

$$(x3 - Xu) * (Yu - y0) = (Xu - x0) * (y3 - Yu) \quad \dots \textcircled{1}$$

$$(Xu - x1) * (y2 - Yn) = (x2 - Xu) * (Yn - y1) \quad \dots \textcircled{2}$$

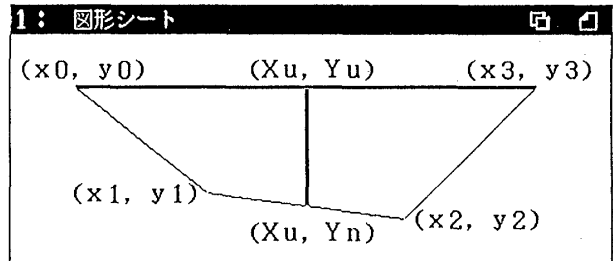


図1. 橋の形状制約例

橋脚は垂直に立てるものとするときX座標は同じで、 Xu, Yu, Yn が変数である。3変数のうち1変数が決定すれば、式①、②を解くことにより他の変数も決定できる。

KMSの推論機構は線形1次連立方程式を自動的に解くことができるので、式①、②と橋脚の高さの式③をそのまま記述すれば橋脚の位置 Xu や高さ H のどちらかを指定しても橋の形状を決定することができる。

$$H = Yn - Yu \quad \dots \textcircled{3}$$

従来のプログラミングにおいても同様なことが可能ではあるが、橋脚の位置や高さのどちらかを指定しても良いようにするには、すべての組み合わせを考慮してプログラムする必要があり、記述量が多くなると同時に単純なミスを引き起こしやすい。

橋の形状が決定されると、その橋の固有周期を計算して振動に対する橋の特性を把握することができる。一般に複雑な構造物の固有周期は非線形問題となるが、本システムでは橋をいくつかの部材に分割して固有周期の方程式を線形化している。計算式の詳細は本稿では省略するが、プロログリストで行列式を記述して固有周期の方程式を組み立てた。この方程式は線形であるため自動的にKMSの推論機構が解を求める。

このほかにも、3点の座標から2次曲線の係数を計算させ、同じ式から主桁に膨らみを持たせるための座標計算を行う等、解こうとする問題を簡単に記述することができた。

4. 入出力インタフェース

KMSではシートと呼ばれるウィンドウを使って表や文書といった知識を編集したり、内容を推論機構と連動させることができる。シートの各項目にはあらかじめエントリ変数と呼ばれる特定の変数が対応付けられている。エントリ変数は、Sで始まり数字とアルファベットとが交互に表れる。知識プロセッサが推論機構の出力を見てこの変数があればシートに出力を渡すことにより、推論機構とシートが連動する。例えば、IDが1の表の1行1列目の内容を

変数Xと連動させるには、次のような記述を問合せウィンドウと呼ばれる推論機構インタフェースに記述してやればよい。

$$S1A1 = X.$$

これにより推論機構でXの値が決定すれば表にその内容が反映する。逆に、表から1行1列目の項目に値を入力すると変数Xの値も同じになり推論が実行される。

表以外のシートもエントリ変数の値によって表示内容を決定している。例えば、IDが2の図形シートでは、次のような記述によって、点(X1, Y1)と点(X2, Y2)を結ぶ直線が描ける。

$$S2A1 = \text{line}([X1, X2], [Y1, Y2], 1, \text{solid}).$$

ここで、X1~Y2に表のエントリ変数を対応付けると表と図形を連動させることができる。

多くのシート項目と推論機構を連動させるには、上記の記述では煩雑となる。そこで、mappingと呼ばれる組込み述語が用意されており、一連のシート項目とプロログリストを簡単に対応付けることができる。

本システムの入出力インタフェースは上記のように実現されており、地形線や橋脚等のデータを表から入力すると図形を変形させることができる。各シートはマウスを使って簡単に作成でき、大きさ等の変更は自由で、以上のような記述のみで表示のために特別なインタフェースプログラムを必要としない。

5. 設計情報のハイパーメディア化

設計者は橋脚の位置・主桁や橋脚の厚み等を調整して橋の形状を決定する。その際に、橋の全体形状や主桁や橋脚の断面形状、固有周期の計算結果等の種々の情報を把握できなければならない。しかしながら、この様な情報を設計者にすべて提供するには画面表示に限界があり、すべての情報が同時に表示できたとしても設計者にとって把握しやすいかどう

かは疑問である。更に、設計者が主導権をもって情報を把握できるようにするには、特別なインタフェースを作成する必要がある。

KMSにはハイパーメディア[3]が用意されているので、特別なインタフェースを作成せずに関連する情報を簡単な操作で呼び出すことができる。各シート間にマウスで関係付け操作を行うだけで、あるシートから別のシートを呼び出して表示させることができる。設計者は自由に関連情報を参照でき、好みに応じて参照関係を変更することもできる。また、システムを構築するプログラムやドキュメント等をハイパーメディア化しておけば、ユーザ自身で様々な情報を分析してシステムをデバッグすることも可能である。

6. システムの管理

本システムはKMS上ではタスクと呼ばれる1つの環境として登録されている。タスクはアイコンとして画面に表示されており、マウス操作で自動的に再現することができる。タスクには登録時の状態が保存されているので、各シートの情報をユーザが手作業で集める必要はない。この機能は、システム開発者並びにエンドユーザにとって次のような利点がある。

- ・) 自動再現できるので一時的に中断した後のように作業を継続できる。
- ・) 登録環境を破壊しないので、再現された環境内で自由に作業が行える。
- ・) 作業の区切り目毎に登録しておけば、履歴が残せ、作業管理が容易となる。
- ・) 作業内容の比較・検討が容易である。

7. おわりに

設計者を多角的に支援するシステムをKMSによって効率よく開発できることが確認できた。今後は、KMSを様々な分野に適用してその支援能力を高めてゆく予定である。

最後に、本システムを開発にあたり御指導頂いた鹿島建設株式会社情報システム部開発課の関係者各位に深く感謝致します。

参考文献

- [1]Stefik, M: "The Next Knowledge Medium" THE AI MAGAZINE, Vol. 7, No. 1, pp. 34-46, 1986
- [2] 竹内, 和気他: 知識メディアステーション(1)-(6), 情報処理学会 第37回全国大会, 1988
- [3] 炭田: "知識メディアステーションにおけるハイパーメディアの実現" 情処研報 Vol89, No. 34, p. 1-10, 1989

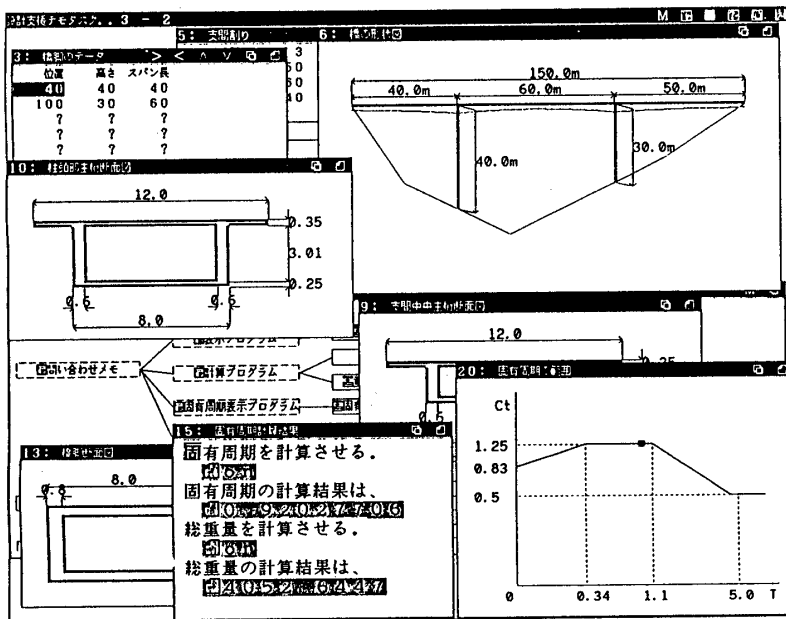


図2. 画面表示例