

I-539 知識工学的アプローチによる橋梁の論理的表現の試み

東京大学大学院 学生員 北川徹哉
名古屋大学工学部 正 員 伊藤義人

1. まえがき

橋梁・構造工学においてコンピュータは主として数値解析の際に重要な手段としての役割を果たしてきたばかりでなく、設計やそれを支援する目的でも広く用いられてきた。人口知能、すなわち知識や推論へのコンピュータ利用に関する学問が生まれてから、土木工学においては、特に橋梁・構造工学分野でのエキスパートシステム開発に関する研究が様々に行われている。具体例として、損傷度診断、寿命予測、橋梁形式選定、景観設計・評価などのほか従来CAD(Computer Aided Design)に知識を付加したICAD(Intelligent CAD)があげられる。

知識は通常の数値演算よりも高い位置での処理を可能にするが、我々が知識を備えたシステムを構築しようとする際に問題となるのは、基本知識の表現方法である。なぜなら、知識表現の対象を正確にとらえた上で、システム利用目的に対する最低限の条件を満たし、かつ可能な限り普遍的な形で記述されていることが要求されるからである。このように知識全体のポテンシャルを高めることが求められる。

高層ビルの一次設計を知識処理により支援するエキスパートシステムの試みは、HI-RISE¹⁾などに代表されるが、本研究は知識工学の立場から対象を橋梁として、その部品構成を知識ベース化、処理し、橋梁の全体構成を知識的な面からとらえる。また、その表現では補いきれない形状面をカバーする手段として3Dグラフィックスを併用する。

さらに、応用の一つとしてシンプルな教育システムへ試験的に組み込んだ。

2. システムの概要

ハードウェアには、ワークステーション(SUN Sparc Station)、イメージスキャナ(EPSON GT-4000)を使用し、ソフトウェアには、Prolog²⁾をメイン言語、Fortranを補助言語として採用し、また、RimというリレーショナルデータベースおよびPHIGSというグラフィックスツールを利用した。これらは図-1のように構成されている。

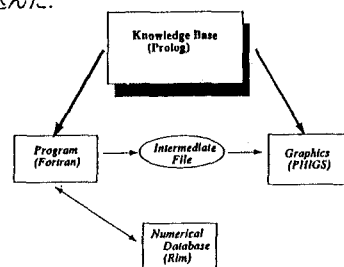


図-1 システム構成

3. 知識処理

一般的に、知識記述に要求されることは、知識の十分な表現、記述し易いこと、理解し易いことである。これらを考慮し、橋梁部品の組織的な知識を記述する。各部品をインデックスによって代表させ、図-2に示すように一つの部品を、i) 接続状態、ii) 位置関係、iii) 方向性の3つの状態から部品(インデックス)をとらえることにした。各状態を表すpredicateとして

- i) connect(part-name1,[list1 of indexes],
part-name2,[list2 of indexes],
[condition]).
- ii) position(position-name,[list of indexes]).
- iii) side(direction-name,[list of indexes]).

を定義し全ての部品について記述する。これらが基本となる知識であり、また、人間にとって記述が容易であるうえに、第三者が見ても理解できる。

以上の方法で記述された知識は、それだけでも利用価値があるが、ローカルな知識の集合であり橋梁全体の組織的な知識ではないため利用に際しても局所的な域を出す知識処理の利点をいかしているとは言えない。そこで、グローバルな知識、すなわち橋梁全体としての知識を生成する必要がある。ローカルな知識を人間が記述し、それを基にシステムがグローバルな知識を編成することになる。この知識再編成の処理は知識ベースの手続的な部分であり、その過

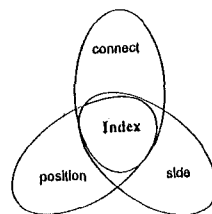


図-2 知識記述概念

程は本来、橋梁工学に携わる人間の頭の中にある。本システムではリスト構造により知識再編成を行っている。動的データベースを利用し、既存知識から情報を吸い上げつつ徐々に知識を組み上げていく。最終的に生成された知識は長く複雑なリスト構造になり、人間には理解できないが論理的に構成されたものとなる。これはグローバルな知識であるため当然であるといえる。人間の目に見やすいように表示する手段としてツリー形式を採用し、橋梁全体を見渡せるようにした。同時に、既存の知識から接続状況や部品の数え上げが検索可能であり、全体と局所がリアルタイムで理解できる。また、さらに詳しい知識を与えることにより総重量や総溶接長概算の計算など、従来のデータベースシステムでは困難なことが容易になる。

4. グラフィックス処理

橋梁形状の表現は知識処理では補いきれないため、3D透視図を併用する。グラフィックス処理に必要なデータはRim内部で、図-3に示すようにテーブルごとに管理されており、インデックスを知識処理とのパイプとしている。グラフィックスモジュールはこのデータを基に図-4に示すような透視図を描く。部品ごとに分けて表示することも可能である。ただし現段階において、曲線部材に対しては数値データベース内部の項目に改良が必要である。

(table web)

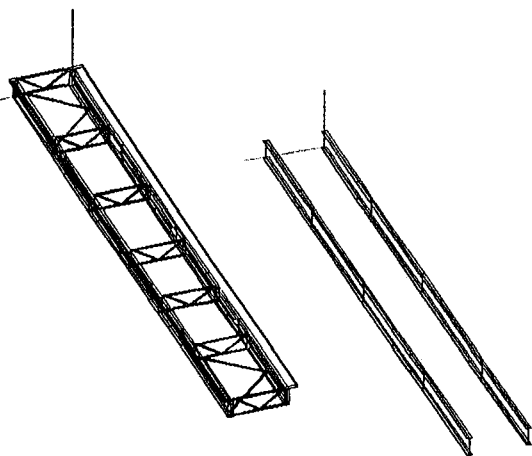
Index	len	hel	thl	px	py	pz	theta	phi	material
glw1	7908	1000	9	0	0	0	0	0	ss400
glw2	8625	1000	9	7908	0	0	0	0	ss400
glw3	9988	1000	9	6551	0	0	0	0	ss400
glw4	7700	1000	9	28499	0	0	0	0	ss400
g2w1	7908	1000	9	0	3280	0	0	0	ss400
g2w2	8625	1000	9	7908	3280	0	0	0	ss400
g2w3	9988	1000	9	6551	3280	0	0	0	ss400
g2w4	7700	1000	9	28499	3280	0	0	0	ss400

図-3 ウェブのテーブル

本システムは知識ベースと従来データベースを組み合わせ、さらにグラフィックスでサポートされている。相互の長所を引き出し短所を補っている。すなわち知識表現とグラフィックスを同時に参照し、また必要な場合に数値情報を提供することによって知識、数値、視覚から相互的に補い合っている。それによって橋梁全体と細部をとらえることができる。

5. 教育システム

ここまでのシステムに、橋梁用語検索機能、図や写真のイメージデータ、橋梁アプリケーションデータ、ユーザーインターフェイスを加え、メニュー形式による教育システムに応用を試みた。CAI (Computer Aided Instruction) は教育的な手法のみならず、ユーザーの解答や能力を評価するなどの点において現在かなり発達してきており開発は難しいが、今回の教育システムは、あくまで本システムの試験的応用が第一でありシンプルなものである。学生を対象としているが、力学的な教育はカバーせず、橋梁の組織的な理解を支援することを目的とした。橋梁問題データには橋梁の組織に関連して学びにくい部分を取り上げ、また、現場と工場の工程の違いによる設計、施工への影響など、実際の事業に関する項目も加えていく予定である。



(a) The Superstructure

(b) The Webs and the Flanges

6. おわりに

本研究は、橋梁の構造をProlog言語を用いた知識ベースへ普遍性を持たせた形で記述し利用するための基礎的研究であり、従来データベースのような低いレベルでの処理から、一步高いレベルでの処理へのアプローチである。試験的な段階であり、より実用的なシステムにするために実際のCADのデータファイルなどの数値情報から本システムのレベルへ、知識を直接ジェネレートした場合にどのような不都合が生じ、どのような方法が求められるのか、今後研究を進める必要がある。

参考文献

- 1) Maher, M. L. : HI-RISE : A Knowledge-Based Expert System for the Preliminary Structural Design of High Rise Buildings, Thesis for the Degree of Ph.D. submitted to Carnegie-Mellon University, 1984.
- 2) Clocksin, W. F. and Mellish, C. S. : Programming in Prolog, Springer-Verlag, pp.95-98, 1987.