

# 「ネットワーク設計支援エキスパートシステム」 - NODES -

3D-2

藤原 遠 清水 貴志 大塚 明 岡 文男  
(NTTデータ通信㈱)

### 1. はじめに

昭和60年の電気通信事業法の改正、NCC(New Common Carrier)のサービス開始、高速デジタル回線、ISDN等の新しいサービスの開始により、日本の電気通信サービスは多様化・複雑化の様相を見せている。このような状況の中で、顧客のニーズに合わせて、多くの組合せの中から経験的知識を基に、最適なネットワークを構築するのがネットワーク設計作業である。本稿では、より経済的で保守性・信頼性の高いネットワークの設計を行うため、オブジェクト指向の考え方を導入した、ネットワーク設計支援エキスパートシステム「NODES」について報告する。

### 2. ネットワーク設計とは

現在、提供されているネットワーク・サービスは、大きく公衆回線(電話、加入電信etc.)・専用回線(符号品目・帯域品目)に分類される。このなかから顧客のニーズに最適なものを選択し設計するのがネットワーク設計の目的である。NODESでは、このうち最も設計需要の高い専用線(符号品目及び、高速デジタル回線)をサポートしている。

### 3. ネットワーク設計モデルの構築

設計型問題の特徴として、その解空間の大きさがあげられ、考えられる全ての場合に対して、Generate&Testを行うことは不可能に近いことが多い。[長沢 87][横山 88] ネットワーク設計においてもネットワークの組合せの自由度が高いため、解空間はかなりの大きさとなる。人間のエキスパートはこの問題に対し、

- (1) ネットワーク全体から部分へ、部分から更に部分へ、と徐々に設計を詳細化していく作業。
- (2) 解ける部分問題から解いていき、下位の解を上位に伝播させる作業。

を無意識に組合せることにより、対応している。つまり、ネットワーク設計のモデルを考える際には、

- (1) 全体像を詳細化していくトップダウン的な知識
- (2) 部分問題の解を全体の設計に反映させていくというボトムアップ的な知識

を組み合わせた表現が望まれる。

NODESでは、これらの知識を対象にあった形で表現するために、知識の構造化・階層化をすすめ、全体像を詳細化していくトップダウン的な知識は上位の階層のフレームに、部分問題を解くためのボトムアップ的な知識は下位の階層のフレームに、納めるようにしている。また、このような構造において、階層上下間を結んだ推論を実現するため、情報の双方向伝播の可能なオブジェクト指向のメッセージパッシングを利用している。

実際のネットワーク設計において、専門家は地理的モデルを念頭におきながら作業を行っていることから、以下のような知識モデルを採用している。なお、この階層化している個々の地名が、それぞれフレームの単位となっている。

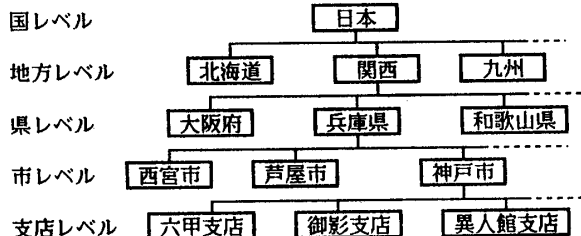


図1. NODESの知識モデル

### 4. 知識表現

上記の知識モデルを実現するため以下の知識表現を行った。これらはNTTで開発したエキスパートシステム開発支援ツールKBMS上で記述されている。

- (1) 知識を地理的単位で整理・階層化する。
- (2) 設計の対象となる回線を、フレーム間のリレーションとして表現する。
- (3) フレーム毎に閉じた経験的知識はルールで、設計用パラメータはスロットに格納する。
- (4) 上位で決定されたデータはインヘリタンスにより、下位から参照できるようにする。
- (5) 動的なグラフィック表示にデーモンを利用する。

主なNODESにおける知識表現の構成要素は、フレーム・メソッド・プロダクションルールである。

#### 4.1 フレーム

地理的階層毎に整理される。その階層に関連のあるデータがスロットに格納されていると共に、設計データを用いた簡単な計算はメソッドとして、設計に関するヒューリスティックな知識はルールとして各フレームに格納されている。

(例) 地方レベルのフレーム

関西フレーム	
オブジェクト名	: 関西
接続上位地方	: 東海
接続下位地方	: 中国
端末台数	:
元素(配下地域)	: 大阪府、京都府、兵庫県・・
メソッド	: 端末台数計算用メソッド
ルール	: 集約装置設置必要性判断ルール

図2. 知識表現(フレーム)の例

NODESでは、ネットワークの構成を、フレーム間の地理的な階層関係をエレメント(配下地域)で表現し、実際のネットワークの構成を、フレームの接続上位地方・下位地方というス

ロットで定義したりレイションで表現している。このレイションは、設計作業のプロセスで、次々に張り替えられる。この張り替えそのものが、ネットワークの設計作業となる。

4.2 メソッド

設計作業の途中で、自分のフレームの中にデータがない場合、下位のエレメント（配下地域）にメッセージを送り、値を問い合わせる等の手続き的処理が必要となる。それらをNODESでは、メソッドとして表現している。

4.3 プロダクション・ルール

設計作業の中には、全解探索的にすべての組合せを比較したのでは組合せ爆発を起こすものが少なくない。人間のエキスパートは、過去に詳細に比較を行った結果や、これまでの設計成功例・失敗例を経験として蓄積しており、これらをうまく用いて解の刈り込みを行い、効率的なネットワーク設計を行っている。このような知識を専門家より抽出し、フレーム毎の知識としてプロダクション・ルールの形で表現している。

5. 推論動作

NODESにおける設計のための推論は、フレーム間のメッセージのやり取りによって実現されている。メッセージは最上位の日本フレームから、順に地方・県といった下位のレベルに必要なに応じて送られる。例えば、ある推論を行いたいというメッセージを日本のフレームが送ると、地方レベルのフレームはその推論を行うのに必要なルールを持っていればそのルールに起動を掛け、なければ更に下位の県レベルのオブジェクトにメッセージを転送する。又、地方レベルにルールはあるものの、推論に必要なデータが地方レベルになければ下位の県・市にメッセージを送りデータを収集する。このような一連のやり取りを繰り返す中からネットワーク設計作業を実現している。

設計は概ね、以下のデータを入力として行われる。

- センタ位置座標 : ホストコンピュータの設置位置座標
- 上り/下り電文長 : 端末-ホスト間の送受信電文長(byte)
- BIT数 : 電文内の1バイト当りのビット数
- 集中率 : 1日の処理件数のうち、ある単位時間内に集中する割合の最大値(%)
- 端末位置座標 : 各端末の設置されている位置座標
- 端末処理件数 : 各端末が1日に処理する電文数

NODESの設計時のフレーム内容の例を以下に示す。

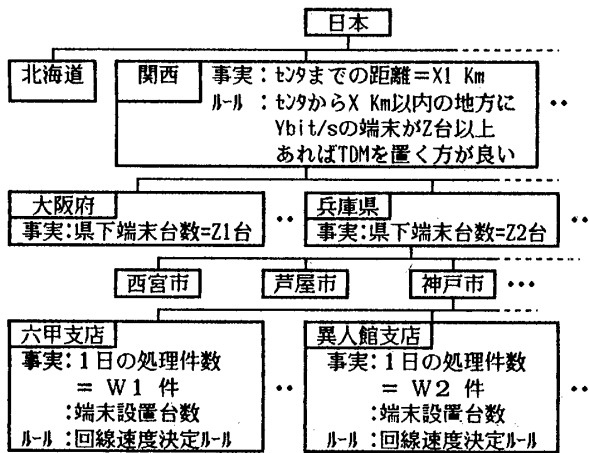


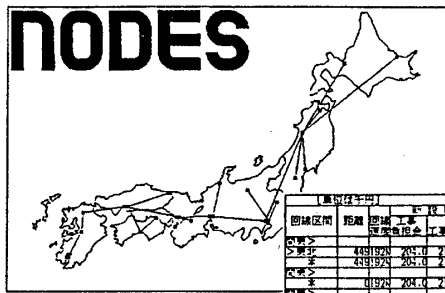
図3. NODESの設計時のフレーム内容

この例は、各端末で用いられている速度の低い回線を束ね

て、高速デジタル回線に收容するための回線集約装置を、関西地方に置く必要があるかどうかの判断を下す推論部分である。この判断に必要な経験的な知識はルールとして、地方のレベルのフレームに格納されている。そのため、日本より送られたメッセージにより地方レベルのルールに起動がかかる。推論には、

- (1) その地方からセンタ・コンピュータまでの距離
- (2) 收容すべき端末台数
- (3) 收容される端末に必要な回線速度

などが必要となる。(1)は自分のフレームで参照できるものの、(2)は県レベルのフレームのスロットデータを参照せねばならず、(3)は支店レベルのフレームのルールを用いて、新たに決定されねばならない。このため(2)に関しては「地方レベル→県レベル」、(3)に関しては「地方レベル→県レベル→市レベル→支店レベル」とメッセージを転送してデータを集める。そしてこのようにして集まったデータを基にして、地方レベルのルールが回線集約装置の設置必要性の判断を行う。



回線区分	距離	上り電文長	下り電文長	BIT数	集中率	端末位置座標	端末処理件数	回線速度	回線集約装置	設置台数	費用	DSU	費用
日本													
北海道	4481920	204.0	21.8	225.8	1850.0	0.0	0.0	32.0		1807.0			
関西	4181920	204.0	21.8	225.8	1850.0	0.0	0.0	32.0		1807.0			
大阪府	4181920	204.0	21.8	225.8	1850.0	0.0	0.0	32.0		1807.0			
兵庫県	4181920	204.0	21.8	225.8	1850.0	0.0	0.0	32.0		1807.0			
西宮市	2688840	102.0	10.9	112.8	85.0	100.0	0.0	26.0		211.0			
芦屋市	1878840	102.0	10.9	112.8	85.0	100.0	0.0	26.0		211.0			
神戸市	2688840	102.0	10.9	112.8	85.0	100.0	0.0	26.0		211.0			
異人館支店	2188840	204.0	21.8	225.8	2000.0	0.0	0.0	32.0		2592.0			
六甲支店	898840	102.0	10.9	112.8	2155.0	300.0	0.0	130.0		9185.0			
合計													

図4. 設計結果

6. おわりに

オブジェクト指向の考え方を導入した、ネットワーク設計支援エキスパートシステム-NODES-の概要を紹介した。フレーム毎の知識の構造化・階層化を徹底した事により、ネットワーク・サービス内容の変更に応じた知識ベースの追加・更新が容易になっている点が特徴である。現在はネットワーク設計のエキスパートが、実際のお客様のデータを用いて知識のリファインしながら、設計作業の支援に一部実用化を行っている。また、今後の予定としては、シミュレーション機能、仮説推論の導入[藤原88]等の機能追加を考えている。

7. 謝辞

本システムの開発の機会を与えて下さったNTTデータ通信の若下 安男担当部長、並びに、開発に協力してくれた、飯島 勝美社員、倉島 秀樹社員、永澤 修一社員、松本 公一社員に感謝します。また的確なアドバイスを下さったICOT第5研究室 滝 寛和 主任研究員に深く感謝致します。

参考文献

- [長沢 87] 長沢 勲 「設計エキスパートシステム」, 情報処理学会誌 Vol.28 No.2, pp187-196 1987
- [横山 88] 横山 孝典 「設計型問題向き対象モデル表現方式」, 情報処理学会 第37回全国大会, 5H-8 1988
- [藤原 88] 藤原 遠, 井上 克己 「ESPによる仮説推論機構-ASTRON-」, ICOT Technical Memorandum No.TM-587, ICOT 1988