

TM-0427他

学会発表論文(基礎理論)

第1研究室

January, 1988

- | | | |
|---------|---|-------|
| TM 0427 | 非単調推論に基づく選択問題の評価支援 | 新谷虎松 |
| TM 0481 | Concurrent Program Synthesis from a Specification
in Conditional Interval Temporal Logic by K. Matsumoto | |
| TM 0482 | プログラム自動生成システムPGENにおける
生成パターンを用いた多言語生成機能 | 杉山高弘他 |
| TM 0492 | 記号列変換機能の学習における認知について | 高田裕志 |
| TM 0499 | 意識処理と無意識処理の相互作用のモデル化と
並列論理型言語によるシミュレーション | 岡 夏樹 |

©1988, ICOT

ICOT

Mita Kokusai Bldg. 21F
4-28 Mita 1-Chome
Minato-ku Tokyo 108 Japan

(03) 456-3191-5
Telex ICOT J32964

Institute for New Generation Computer Technology

非単調推論に基づく選択問題の評価支援

新谷虎松

富士通国際情報社会科学研究所

1. はじめに

エキスパートシステムは、前もって対象領域の専門知識を知識ベース化することにより、その意思決定支援機能を実現する。一方、このような繰り返し用いられる知識ベースを前提としない(もしくは知識ベースが構築困難な)分野での意思決定支援機能も必要である。例えば、いくつかの選択肢(代替案)から一つを選択する選択問題がある。この種の支援では前もって蓄積された知識ベースを利用することよりも、むしろ意思決定のためのガイドラインを提示しユーザ自身の知識を探索したり構造化する必要がある。我々はこの支援をユーザ知識ベースに基づく支援と呼ぶ[新谷 86]。本論文では、特に、選択問題における意思決定を支援するための選択肢評価支援機構KORE/CDSSについて論じる。本機構は、推論エンジン・サブシステムKORE/IE[新谷 87]を用いて構成される。

2. ユーザ知識ベースに基づく意思決定支援

ユーザ知識に基づく意思決定支援過程は図1で示すような①～⑤のステップで構成されるサイクルで実現する。

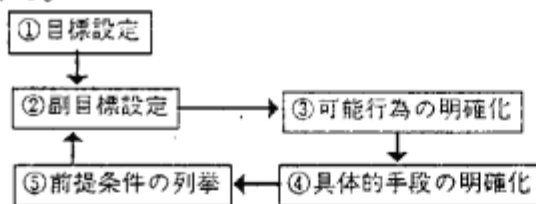


図1. ユーザ知識に基づく意思決定過程

図1において、①は意思決定者の主目標を現わす。②は目標を達成するために必要となる詳細な項目や目標の属性を明かにする。③は②により明らかにされた詳細な項目を実現するための可能な行為を明確化する。④は③により得られた行為を遂行するために必要な具体的手段を列挙する。⑤は④の手段を実現するために必要となる前提条件を明かにする。前提条件は新たな副目標を生成し、図1で示すようなサイクルを構成する。このサイクルの間にユーザは目標を達成するために必要となるべき具体的行為や代替案を発見し、目標を達成するために必要となる取るべき具体的行為や代替案を発見することが可能になる。

3. 選択肢評価支援機構KORE/CDSS

選択肢評価支援機構KORE/CDSS(Choice Design Support System)は、図1における②の副目標の設定過程を支援するための機構である。目標は、目標を達成するために必要とされる項目(例えば、副目標や評価属性)を階層的に細分化することにより分析される。これにより、意思決定者の選択問題における意思決定を支援する。具体的には、選択問題の評価属性を抽出し、これら属性間の重みづけをAHP(Analytic Hierarchy Process)[Saaty 1980]に基づく一対比較法により実現する。これら重み付けの整合性はKORE/IEにおける非単調推論機構を用いて維持される。

3.1. AHPに基づく重みづけ

AHPは、システムズ・アプローチと主観的判断を組み合わせるにより、定量分析では扱いきれない決定問題に対処する手法である。この手法では、意思決定者の勘や経験を生かすことがその主眼となっている。AHPにおける重みづけは一対比較がベースとなっており、求めた重みを行列として扱うことにより効率的に一対比較を行なうことができる。この行列の特徴は、①対角要素は1、②行列の要素の値は $a_{ij}=1/a_{ji}$ である(a_{ij} は a_i と a_j を比較した際の a_i の重み)。これにより、対象の個数Nに対して $n(n-1)/2$ 回の一対比較でよい。一対比較による重みの整合性のチェックはこの得られた行列の最大固有値 λ_{max} と対象の個数Nを用いて、次の式

$$(\lambda_{max} - N)/(N-1) \cdots \cdots (1)$$

を用いることにより判定できることが知られており、式(1)が0.1以下なら整合性があると判断できる[Saaty 1980]。

一対比較による要素間の重みづけは9点法が用いられ、その重みづけ(評点)は別の第三の要素から見て決定される相対的重みづけである。AHPでは問題が階層的な構造に分解されていることが前提とされ、各レベルには幾つかの要素が並べられ、一対比較で比較基準とする第三の要素は一つ上のレベルの要素が用いられる。各レベルでの要素間の優先度(最終目標に関する重み)は先に述べた行列の固有ベクトルから得られ、レベル毎の優先度を合成することにより階層構造全体から見ての個々の要素の絶対的な重みを計算できる。

An Approach to Choice Design Support System based on Non-monotonic inferences
Toramatsu SHINTANI
IIAS-SIS, FUJITSU LIMITED

KORE/CDSSはAHPを効果的に用いており、その構成要素として、①問題の階層構造を設計・編集するための階層設計支援機構、及び②重みづけの整合性をチェックするための重みづけ管理機構がある。

3.2. 階層設計支援機構

選択問題における複雑さを解消するために、選択問題における考慮すべき要素を階層的に整理する必要がある。これは、意思決定者が一度に扱える要素の数(約7±2個)に基づき決定問題を階層的に整理することを主眼とする。階層設計支援機構はこのような階層構造の作成を支援する。階層構造はグラフの木構造に相当し、①ルートレベルに選択問題における主目標、②次のレベルに主目標を達成する際に考慮されるべき副目標(もしくは属性)、そして③最下レベルには検討すべき代替案が列挙される。本機構は、(a)階層構造における階層レベル(特に、中間レベル)を詳細化することを支援し、(b)レベル間の各要素を関係付けるために用いられる(図2参照)。

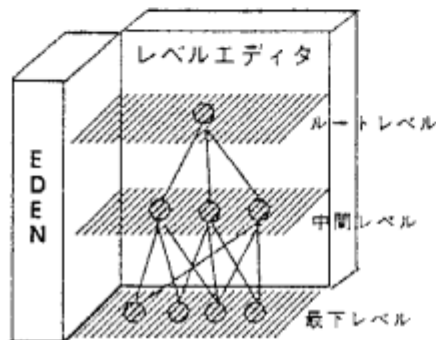


図2. 階層設計支援機構の構成

(a)はレベルの作成支援を行なうレベルエディタに相当する。レベル作成(分割)に必要な知識(例えば、各レベルにおける要素の数は9個以下である)やモデルは知識ベース化され、考慮されるべき問題の構造化を支援する。(b)は、レベル間の要素どうしを関係付けるために用いられ、これら関係づけはネットワーク管理システムKORE/EDEN[新谷 86]を用いて管理される。

3.3. 非単調推論による重みづけ管理機構

重みづけ管理機構は、一対比較法による重みづけの整合性を保存するために用いられる。重みづけは、一対比較法による判断の結果に矛盾がない(つまり、重みづけに関して推移律が成り立つ)場合に整合性があるという。重みづけの整合性は3.1節で述べたように式(1)を用いることによりチェック可能である。しかしながら、不適切な一対比較は知ることができない。重みづけの修正のためには、不適切な一対比較を見だし、新たに重みづけをやり直す必要がある。本機構では、重みづけを行なう際に(ア)確実な重みづけ、(イ)仮の重みづけという区別を表明することにより不適切な一対比較の修正を支援する。一対比較の修正は、先ず(イ)のタイプの重みづ

けの修正を順次試みることにより達成する。この修正過程はKORE/IEの非単調推論機能[新谷 87]を用いて実現される。整合性のチェックは次のルールの呼び出しで行なわれる。

```
consistency_check:
  if matrix(check_value > 0.1)
    then contradiction.
```

ルールの結論部における手続きcontradictionは、TMS(Truth Maintenance System)に相当し、dependency-directed バックトラッキングを行い、ルールのif部の条件を生じさせた原因を見だしその修正を試みる。これら原因は、先に挙げたタイプ(イ)の重みづけに帰着され、システムはこれら重みの変更を行なうことにより整合性を保存する。手続きcontradictionは、3.1節の式(1)の値が0.1より小さくなった時点その起動を終了する。チェックされるべき重みづけは次のルールを適用することにより変更される。

```
change_weight:
  if \matrix_element(name=X,column=C,
                     row=R,weight=W)
  then
    remove(1) & new_weight(W,W2) &
    make(matrix_element(name=X,
                       column=C,row=R,weight=W2)).
```

ルールの条件部は事実matrix_elementの否定("\")を表現しており、先のcontradiction手続きにより生成される。この事実はチェックされるべき重みづけに相当する。結論部における手続きnew_weightは重みのスケールを変更するために用いられる。スケールの変更は、新たに得られる行列の最大固有値が小さくなる(つまり、先の式(1)の値が小さくなる)ように設定される。スケールの変更は±2の小さな範囲で行なわれる。これは、一対比較により得られる結果がそれほど矛盾しないことを前提としている。この前提は、問題を階層化した際、各レベルの要素の数を制限したことにより得られる。

4. おわりに

一対比較法は、意思決定者の主観的判断を取り入れることができる利点を有している。一方、その重みづけの整合性を成立させるためには、要素間で煩雑な一対比較のやり直しを強いられるのが一般的である。KORE/CDSSでは、重みづけの整合性を保存するために、KORE/IEの非単調推論機能に基づくTMS機能を用いた。これにより、矛盾を含む一対比較は調整され、重みづけの整合性は効果的に保持される。尚、本研究は第5世代コンピュータプロジェクトの一環として行なわれたものである。

参考文献

- [Saaty 80]T.L.Saaty: The Analytic Hierarchy Process, McGraw Hill(1980)
- [新谷 86]新谷、他: 論理型言語によるハイブリッドな問題解決支援環境KORE, Proc. LPC'86, pp.43-50(1986)
- [新谷 87]新谷: 推論エンジンKORE/IEにおける非単調推論機構の実現, 情報35回大会予稿集, 6P-2, pp.1891-1892(1987)