

TM-0511

知識獲得支援システムCTA2の構想

椿和弘，滝寛和

June, 1988

©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

ICOT Technical Memorandum

知識獲得支援システムCTAS2の構想

梶 和弘、滝 寛和

概要

CTAS2はドメインモデルとFault Treeの長所を統合した知識獲得支援システムであり、4種類の階層化ドメインモデルとモデル対応の3種類のリファイン手法を用いて知識獲得支援を行う。CTAS2によってFault Tree形式のドメインモデルがドメインの専門家との対話により獲得されることになる。CTAS2の構想について報告する。

1 はじめに

知識獲得をシステムで行う際の問題には、専門家からの知識の抽出の難しさ、知識源である専門家とエキスパートシステムとの知識表現ギャップ、抽出知識の不備の検出等がある。今まで試みられてきた知識獲得の中での有効なアプローチとしては、ドメインモデル(MORE[Kahn 86])を用いた知識獲得がある。ドメインモデルは問題解決知識を対象ドメインに依存した表現形式で表わしたものである。これは知識獲得においては有効であるが、探索(推論)の効率という点において難点がある。また、FTA(Fault Tree Analysis)は故障解析の面で有効な手法であるが、FT(Fault Tree)には様々な概念が入り交じって構成されており知識ベースとして使用可能なレベルへFTを洗練するのは難しい。

そこでこれらの欠点を改善し、各々の長所を統合する階層化ドメインモデルをhas-a階層と特徴の階層化の点から検討を行った。知識獲得支援システムの基本的な概念であるドメインモデルとドメインモデルに応じた知識獲得手法(特に、リファイン手法)の観点から階層化ドメインモデルに基づく知識獲得支援システムCTAS2の構想について、機能・構成・処理概要を中心に述べる。CTAS2は階層化ドメインモデルを表現する4種類のモデルとドメインモデル対応の3種類のリファイン手法のライブラリを用いて知識獲得支援を行う。CTAS2によってFT形式のドメインモデルが専門家との対話により獲得されることになる。

2 階層化ドメインモデル

知識表現には専門家の知識を一般的に表現したプロダクションルール・フレームなどのインプリメンテーションレベルの知識表現、専門家自身の持つ知識表現に特殊化したアプリケーションレベルの知識表現、そしてアプリケーションレベルよりは一般的だが専門家の知識表現に多少近いタスクレベルの知識表現の3つが考えられる。タスクレベルの知識表現とは対象とする問題に一般的に含まれる階層化分類、トップダウン詳細化などの問題解決手法を表現する知識表現のことである。以下に、そのタスクレベルの知識表現である階層化ドメインモデルについてモデルを構成する基本概念とそのタスク構造の点から説明を行う。

①ドメインモデルの基本概念

分類型の問題には解釈、診断、制御が含まれ、各問題は下記のように定義される[小林 87]。

- ・ 解釈問題とは、計測器やセンサを通して観測された連続的なデータを分析して、システムの構造や状態を推定し、これに物理的な意味付けを行うことである。
- ・ 診断問題とは、システムに異常または故障が生じたとき観測されたデータ及びシステムに関する知識を利用して、原因の故障箇所を同定することである。
- ・ 制御問題とは、システムの状態を監視していて、予め予定された通りにシステムの状態が遷移するように操作を加えることである。

そこで各作業を専門家が処理する場合を想定すると、システムにおいて観測される特徴に対してヒューリスティックな専門知識を用いて推論を行い、システム構成要素に対してアクションを行うことであると考えられる。例えば、診断問題においてはある観測されたデータ(特徴)に対して、観測データと故障箇所に関する専門知識を用いてシステム内の原因となる故障箇所(システム構成要素)の同定(アクション)を行うことになる。一般に専門家の基本的なヒューリスティックな推論は、特徴とシステムの構成要素を因果関係で結び付けることであると考えられる。よって、アクションが問題ごとに定義されるものであるとすれば、分類型問題の基本概念は特徴、システム構成要素、因果関係の3つで表現されることになる。特徴とシステム構成要素を結ぶリンクで因果関係を表すと図1のように表現される。

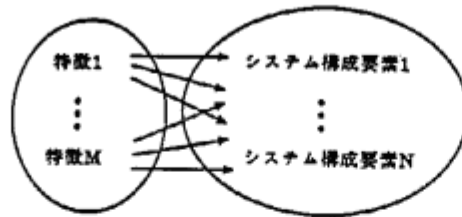


図1 分類型問題の基本概念

②類型タスク構造に基づく階層化ドメインモデル

獲得された知識が知識ベースレベルのパフォーマンスを持つためにはタスク構造に適した表現モデル構造に獲得される知識をマッピングすることが有効であると考えられる。前述のように分類型問題における類型タスクには階層化分類・順位付けがある。そこで図1の基本概念により構成され、これらのタスクを処理するためのドメインモデルが分類型問題の解決のために必要である。ここで階層化分類タスクが特徴とシステム構成要素によって行われ、順位付けタスクが階層化の各局面で行われると仮定すると、ドメインモデルとしては特徴とシステム構成要素のどちらで階層化が行われるかによって表1で表現される4種類のパターンが考えられる。パターン1はill-structuredな問題向きモデルであり、パターン2はill-structuredであるが問題解決知識(浅い知識)のある問題向きモデルである。パターン3はwell-structuredであるが浅い知識の少ない問題向きのモデルであり、パターン4はwell-structuredな問題向きのモデルである。

表1 階層化分類の基本的なドメインモデルパターン

	特徴による階層化	システム構成要素による階層化
パターン1	×	×
パターン2	○	×
パターン3	×	○
パターン4	○	○

これら4種類の階層化ドメインモデルのパターンは解析対象が自然システムであるか人工システムであるのか、或いは、ドメインモデルの性質が深い知識であるか浅い知識であるかの分類に対応している。ここで、知識を概念(対象領域の事実に関する知識)、規則(対象領域の概念間の関係に関する知識)、問題解決戦略(概念知識と規則を問題解決のために効率良く使用するための知識)の3種類に大別すると、ドメインモデルの性質が深い知識であるというのはモデルの表現する知識の中味の大部分が事実と規則であることを意味する。そして浅い知識であるとは知識の中味の中に制御戦略が含まれることを意味する。つまり深い知識においては問題解決に使用する属性が陽には現われず、浅い知識においては陽に現われることになる。

3 知識獲得手法(リファイン手法)

知識獲得手法の中で最も重要なプロセスはリファインプロセスである。そこで階層化ドメインモデルに基づくリファイン手法について述べる。リファイン手法はシステム構成要素を特徴によって識別することが基本になるが、前述のドメインモデルのリファインを行うためには階層化のための手法も必要になる。特徴による階層化では特徴間の順序関係のリファインであり、システム構成要素による階層化ではシステム構成要素間の

has-a関係のリファインである。よって、CTAS2の用意するリファイン手法は識別リファイン手法、特徴の階層化リファイン手法、システム構成要素の階層化リファイン手法の3種類になる。図2にリファイン手法をドメインモデルへ適用した際のイメージを示す。図のように専門家との対話により獲得された初期ドメインモデル(初期知識ベース)に対して識別リファイン手法、或いはシステム構成要素の階層化リファイン手法が適用されると、深い知識(構造的知識)としての性質の強いドメインモデルが獲得される。そしてそのドメインモデルに対して特徴の階層化リファイン手法が適用されると、浅い知識(診断木)のようなタスクモデルとしての性質の強いドメインモデルが獲得される。また初期ドメインモデルに対して特徴の階層化リファイン手法が適用されると、図のようにドメインモデルを介さずにタスクモデルの獲得が行われる。

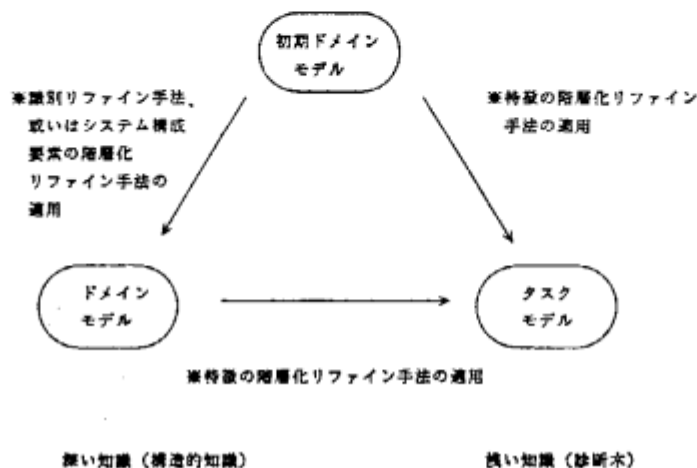


図2 リファイン手法の適用イメージ

以下に、各手法毎に記述する。

(a) 識別リファイン手法

識別リファイン手法とはMOREのインタビュー戦略(differentiation、symptom distinction、symptom conditionalization)に基づくリファイン手法であり、特徴とシステム構成要素が識別不可能な場合に適用される。識別リファイン手法のリファイン対象は深い知識と浅い知識であり、ドメインモデルとしてはパターン1と3が該当する。この手法をドメインモデルに適用することにより新たな特徴・システム構成要素が獲得される。

(b) 特徴の階層化リファイン手法

特徴の階層化リファイン手法とは特徴間の順序関係に関するリファイン手法であり、特徴とシステム構成要素間の階層関係、及び特徴間の階層関係が不備な場合に適用される。リファイン対象は浅い知識であり、知識の不備はISM法とクラスター解析(ETS手法)、及びCTAS2の階層化手法によってチェックされる。適用対象のドメインモデルとしてはパターン2と4が該当する。この手法をモデルに適用することにより特徴間の適用順序的な因果関係・新たな特徴が獲得される。

(c) システム構成要素の階層化リファイン手法

システム構成要素の階層化リファイン手法はシステム構成要素間のhas-a関係に関するリファイン手法であり、システム構成要素間のhas-a関係が不備な場合に適用される。リファイン対象は深い知識であり、知識の不備はhas-a関係とETA(Event Tree Analysis)・FTAを用いることによって相互にチェックされる。適用対象のドメインモデルと

してはパターン3が該当する。この手法をモデルに適用することによってシステム構成要素間のhas-a関係の不備を基に、システム構成要素間のhas-a関係・新たなシステム構成要素が獲得される。

4 CTAS2

CTAS2は分類型問題、特に、診断問題を対象にした知識獲得支援システムである。本システムは専門家から抽出した知識のリファインを行うことを主たる目的にした知識獲得支援システムであり、階層化ドメインモデルと、モデル対応のリファイン手法を用いて知識獲得支援を行う。CTAS2が実際にドメインの専門家から獲得するものは概念のインスタンス、has-a関係、特徴間の順序関係であり、抽出されるそれらの知識をCTAS2の持つドメインモデルの形式にはめ込む。そしてドメインモデルによって表現される獲得知識のパフォーマンスが専門家の要求するレベルになるまで組み込みのリファイン手法を用いて専門家との対話により洗練化を行うことになる。CTAS2によって獲得されるドメインモデルは、PTをモジュール化したものになる。図3にCTAS2の知識獲得イメージを示す。

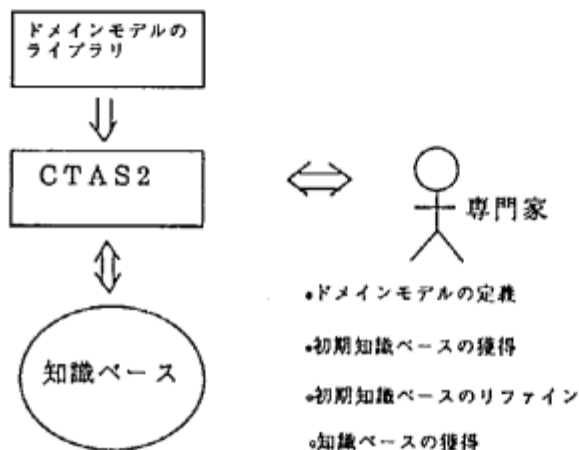


図3 CTAS2の知識獲得イメージ

以下にCTAS2の基本機能イメージ、システム構成イメージ、知識獲得処理概要について述べる。

① CTAS2の基本機能イメージ

(a) 初期知識ベース獲得支援

専門家による初期知識ベース獲得作業には、ドメインモデルの選択、ドメインモデルの修正、ドメインモデルの構成要素のインスタンスの抽出が含まれる。各作業をスムーズに支援するためにはグラフィックエディタによる支援機能が有効である。

(b) 初期知識ベースリファイン支援

初期知識ベースのリファイン作業は専門家とシステムとの対話によって行われる。専門家はAI技術については未熟であるため、システム主導の3種類のリファイン手法に基づくインタビューによる知識獲得支援機能はもちろんのこと、獲得された知識をビジュアルに表示する機能、表・図形式で知識獲得する機能が必要である。

(c) 知識ベースの評価

獲得された知識ベースはリファイン手法によってスタティックに評価するだけでなく、ダイナミックに評価されるべきである。このため推論過程を説明する機能が必要になる。

(d) 知識ベースの変換

構築された知識ベースは使用するエキスパートシェルの表現形式へ変換する必要がある。本機能はその変換を行うための機能である。現在変換対象シェルとしてはPROTONを想定している。

② CTAS2のシステム構成

CTAS2のシステム構成の全体イメージを図4に示す。図のようにインタフェース、抽出モジュール、リファインモジュール、評価用推論エンジン、トランスレーターから構成される。

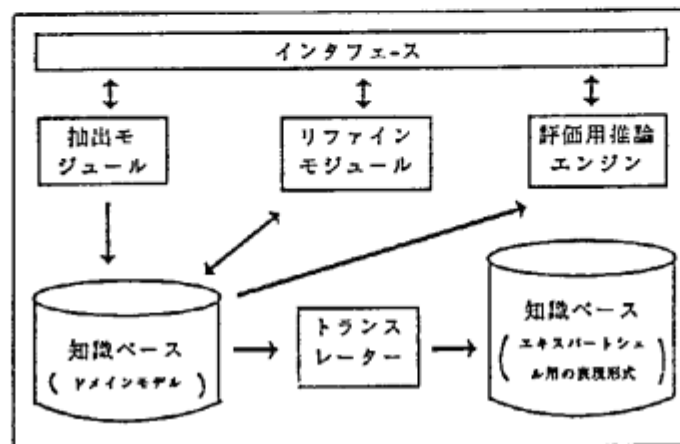


図4 CTAS2のシステム構成全体イメージ

次に各構成要素についての説明を行う。

(a) インタフェース

知識ベースを図・表で表示したり、図・表により知識獲得を支援するグラフィックエディタを有するインタフェースである。

(b) 抽出モジュール

ドメインモデルの選択、修正、及びドメインモデルの構成要素のインスタンスの抽出(初期知識ベースの抽出)をナレッジエンジニアとの対話により行い、抽出した知識をCTAS2の内部表現形式に変換する。

(c) リファインモジュール

3種類のリファイン戦略を基に、知識ベース内の矛盾・不足・冗長性を捜し出す。そしてそれらの不備をなくすのに必要な知識をインタフェースを通じて専門家との対話により抽出する。

(d) 評価用推論エンジン

獲得された知識ベースの評価を専門家との対話によりダイナミックに行う。

(e) トランスレーター

エキスパートシェル用の知識ベースファイルを作成する。

③ 知識獲得処理概要

CTAS2の知識獲得処理イメージとしては、専門家によりドメインモデルの定義・初期知

識ベースの獲得が行われる。そしてリファイン手法の適用によって専門家との対話によりドメインモデルが詳細化され、またドメインモデルのテストによって評価が行われる。図5に処理概要フローを下記に示す。

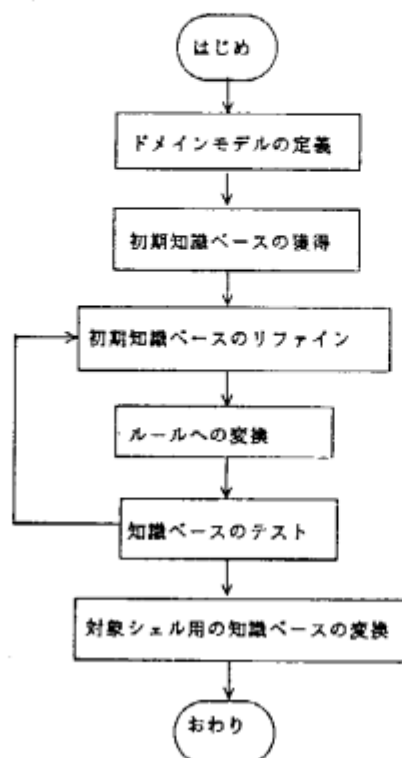


図5 処理概要フロー

5 終わりに

CTAS2の構想について、階層化ドメインモデル、リファイン手法、CTAS2の知識獲得処理概要を中心に述べた。CTAS2は知識獲得支援システムEPSILON/ONEのサブシステムであり、今後EPSILON/ONEとの統合化の方向で検討を進めていく。

[参考文献]

- [Bennett 85] Bennett, J.: ROGET: A Knowledge-Based System for Acquiring the Conceptual Structure of a Diagnostic Expert System., Journal of Automated Reasoning 1, 49-74, 1985.
- [Boose 84] Boose, J.: Personal construct theory and the transfer of human expertise., In Proceedings of the National Conference on Artificial Intelligence, Austin, Texas, 1984.
- [Boose 85] Boose, J.: Personal construct theory and the transfer of human expertise., Advances in Artificial Intelligence., North-Holland, 1985.
- [Chandrasekaran 86] Chandrasekaran, B.: Generic Tasks in Knowledge-Based Reasoning: High-Level Building Blocks for Expert System Design., IEEE Expert, Fall 1986.
- [Davis 79] Randall Davis: Interactive Transfer of Expertise: Acquisition of New Inference Rules, Artificial Intelligence 12(1979).
- [Eshelman 86] Eshelman, L. and J. McDermott.: MOLE: A Knowledge Acquisition Tool That Uses Its Head, In Proceedings of AAAI'86, 1986.

- [Kahn 85] Kahn, G., S. Nowlan, and J. McDermott.: Strategies for knowledge acquisition., IEEE transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 7(5), 1985.
- [川口 86] 川口 敦生, 他: 知的インタビューシステム I S とその質問戦略, 情報処理学会第 33 回全国大会, 4L-10, 1986.
- [川口 87] 川口 敦生, 他: インタビューシステムのためのシェル, SIS の開発, 人工知能学会第一回全国大会論文集, 1987.
- [小林 87] 小林重信: 知識システム方法論、講習会テキスト, エキスパートシステム: 方法論と応用、計測自動制御学会, 1987 年 3 月.
- [滝 87] 滝, 椿, 岩下 「知識獲得支援システム (EPSILON) における専門家モデル」 情報処理学会, 知識工学と人工知能研究会報告 52-4, 1987 年 5 月
- [椿 87] 椿、滝 解析型知識獲得メタシステムの構想: 日本ソフトウェア科学会第 4 回大会論文集, 1987.
- [寺野 85] 寺野 寿郎: システム工学入門, 共立出版株式会社, 1985.