

帰納的学習と対象知識を用いた 知識獲得システム：KAISER

3E-2

辻野 克彦

竹垣 盛一

西田 正吾

三菱電機(株) 中央研究所 システム基礎研究部

はじめに

近年、分類・認識・診断などの処理を行なうシステムを、種々の知識を柔軟に利用できる知識ベースシステムとして構築しようとする試みが盛んになりつつあるが、これに伴い、知識獲得の効率化・高度化に対する要求が急速に高まってきている。

このような要求を背景として、知識の整理や入力を支援する環境に関する研究[1]、帰納的な学習により例題から知識を生成しようとする研究[2]、対象に関する理論的な知識を用いて演繹的に問題を分析・説明することにより適切な詳細さを持った対象知識を生成しようとする研究[3]などが行なわれてきた。

しかし、従来のシステムの多くは、人間が意識下に持つ知識を計算機に移植する段階の支援を主眼としたものであり、意識外の知識を人間に思い起こさせる支援については消極的なレベルに留まっていたと言わざるを得ない。ところが真の知識獲得の難しさはこの後者にあるとすることができる。この観点からより積極的な支援を目指して様々な研究[4]が行なわれてきた。このような知識獲得システムにおいては、如何にして的確な質問を適切な時期に行なうか、その「ネタ」をどこからどのようにして抽出するかなど、多くの困難な問題を抱えている。

本稿では、専門家から得られた例題を基に分類型の知識を帰納的に学習するとともに、学習対象に関する理論的な因果知識等を用いてその知識を評価・解釈することにより専門家に新たな知識について質問を行い、学習対象の理論的な裏付けを伴った知識を効率よく獲得することを目指した知識獲得システムKAISER (a Knowledge Acquisition Interactive System by Example-based Reasoning) の設計思想・構成の概要について述べる。

基本思想

人間の専門家に足りない知識を思い出させるための1手法として、学習対象の知識のあるべき姿についての知識を用いて専門家から得られた知識を分析し、その結果に基づきインタビューを行なう方法が研究されている。これは博学な素人が専門家に問題の本質を突

いた質問をするような状況に相当するであろう。これとは逆に、専門家は全くの素人がおこす過ちを見ることにより、その過ちをおこさないための知識を容易に思い起こすことができる。これは古くから反面教師として知られている方法に相当しよう。

従来の知的知識獲得の研究がどちらかと言えば前者のような立場を採っているのに対し、KAISERは後者のような考えに基づくものである。すなわち、帰納的学習の技術を用いて例題から生成された出来の悪い知識を、同じく十分でない対象知識を以て解釈を試み、その過程や矛盾点(「不都合」と呼ぶ)を専門家に指摘することにより、専門家に知的刺激を与え、新たな対象知識および例題の両者を獲得してゆくことができると考えられる。またこの過程を帰納的学習の観点から見ると、学習したい概念をむらなくカバーする例題を効率よく用意する過程を支援するとともに、対象知識を用いて帰納的に生成された知識を評価・修正する作業を支援しているとも考えることもできる。

システムの構成

図1にKAISERの全体構成図を示す。専門家は例題および対象に関する理論的・経験的な知識を入力する。対象に関する知識は分類対象と特徴量の間因果を表わす断片的な関係として与えられる。この知識自体もKAISERの知識獲得過程で獲得されるべきものであり、あらかじめ全て与えられている必要はない。

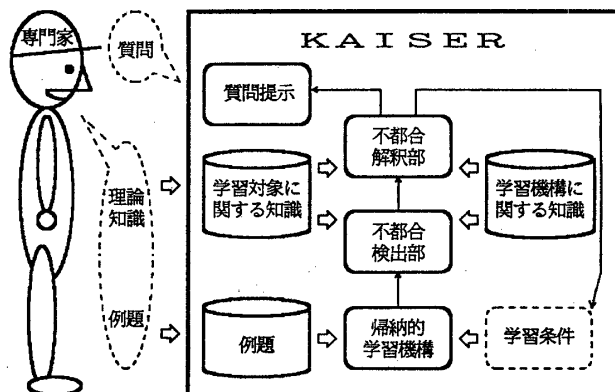


図1 KAISERの構成

KAISERはまず最初に与えられた例題から学習対象を分類する知識を帰納的に学習し、決定木の形で生成する。決定木生成アルゴリズムとしてはID3[2]を採用している。得られた決定木を、対象およびID3に関する「不都合」検出知識を基に評価することにより、決定木の中の不都合な点を検出する。このような「不都合」の発生状況をさらに「不都合」解釈知識により検討することにより、専門家へのインタビューや学習機構の設定条件・例題の記述法・決定木の修正などの支援を適切に行なう。

不都合検出知識

KAISERの「不都合」検出過程は検出に用いる知識の種類によって大きく2つに分けられる。以下にこの2つについて簡単に説明する。

① 学習機構に関する知識に基づくもの

このような「不都合」の大部分は学習機構の能力の不足に起因する比較的一般的なものである。例えばID3は例題の分布状況によって認識結果が不定となるような決定木リーフを生成したり、例題の特徴を記述する値に含まれるノイズや例題が属する正解クラスの誤りなどにより過度に詳細な条件が生成するなど、いくつかの「不都合」が知られている。KAISERは決定木中のこのような「不都合」な状況を、辻野らが開発した帰納的学習システムARIS[5]で採用されている一般化オペレータに対応するような知識により検出する。

また、ARISで採用されているような数値例題のラベル付けに際しても、過度な分離や分離が困難な状況に対応する「不都合」をもとに、ラベル化パラメータを修正するような知識を表現できると考えられる。

② 学習対象に関する知識に基づくもの

KAISERでは帰納的に生成された決定木を、専門家から与えられた対象に関する知識を用いて説明づけることにより、不足したり冗長であったりする可能性のある状態すなわち「不都合」を検出する。①の「不都合」が主として決定木の修正に用いられるのに対して、②の「不都合」は主として専門家へのインタビューのために用いられる。図2に決定木の説明付けの例を示す。決定木の説明付けは、決定木中の条件ノードを対象に関する因果知識の中の特徴量の記述に対応付けることに相当する。この対応付けに失敗した状態が「不都合」として検出される。この例では、最終概念Zに至る中間概念Xを表わすと考えられる決定木中のパスに、対象

知識のなかに現われている条件Aが現われていないという「不都合」が発生していることになる。

不都合解釈知識

「不都合」の検出知識が比較的一般的なものとして記述できそうであるのに対して、「不都合」を解釈する知識は、その「不都合」が起こった状況や他の「不都合」の起こり具合、対象問題などの影響を強く受けると考えられる。従って現在、一般的な解釈法が用意できるかどうかについて検討するため、いくつかの具体的な問題を例に採って、生成された決定木をその分野の専門家に評価してもらうことにより、専門家が感じる構造上の問題点（「不都合」）とその理由（解釈知識）、及びそれを解消するために必要とされる措置（解釈知識の実行部）を整理する作業を進めている段階である。

②で述べた例においては、条件Aを生成するような例題が不足している、対象知識が誤っている、中間概念の対応付けが誤っているなどの可能性があることが分かる。このような「不都合」な状況とそれに対する選択枝を専門家に提示することにより、新たな知識の獲得を支援できると考えられる。

まとめ

帰納的な学習の結果を対象知識と学習アルゴリズムに関する知識を以て評価することにより、これらの間の「不都合」を検出し、これを基に新たな知識を獲得する知識獲得システムKAISERについて述べた。KAISERはSymbolics社のlisp-machine上にCommon-LispとOPS5eを用いてインプリメントが進められている。帰納的学習機構と検出知識①に関しては、ほぼプロトタイプが完了しているが、検出知識②と対象知識の記述法および解釈知識に関しては、今後いくつかの具体例を通して整理・検討を進めて行かねばならない。

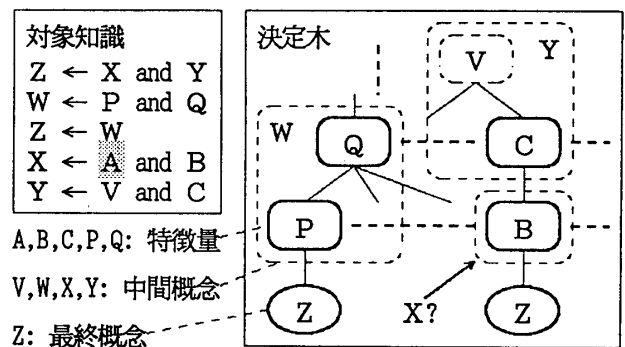


図2 対象知識による決定木の評価

[1] J.H.Boose,et.al., "Expertise transfer and complex problems: Using AQUINAS as a knowledge acquisition workbench for expert systems," Man-Machine Studies, 26, 1, pp.3-28 (1987).
 [2] J.R.Quinlan, "Induction of Decision Trees," Machine Learning, 1, 1, pp.81-106 (1986).
 [3] T.M.Mitchell,et.al., "Explanation-Based Generalization: A Unifying View," Machine Learning, 1, 1, pp.47-80 (1986).
 [4] 松田 他, "設計例の理解に基づく知識獲得インタビューシステム," 第3回人工知能学会全国大会, 12-10, pp.739-742 (1989).
 [5] 辻野 他, "適応的ルールインダクションシステム:ARIS," 信学論(DII), J72-DII, 1, pp.121-131 (1989).