

2C-1

ITSにおける仮説推論を利用した misconception の  
抽象化について(4)\*

松田 昇  
金沢工業大学

岡本 敏雄  
東京学芸大学

1 はじめに

問題解決型の学習世界を対象としたITSにおける学習者モデルの構成について述べる。一般に、問題解決の学習世界では、解法のための規則を習得し、与えられた課題を解くためにそれらの規則を適用できるようになることが学習の目標とされる。しかしながら、解法規則は対象世界の公理系に基づいて演繹的に導出されるものである。そこで、単に解法知識の習得に終わるのではなく、対象世界を構成する公理系に対する理解が重要である。

ITSにおいては、学習者の誤り原因を同定し、誤りの根元に対する直接的な治療が効果的な教授法であると思われる。その際、解法手順について手続きの説明を行うのではなく、対象世界を構成する公理系に基づいた説明を行う機能の実現は、ITSの役割上極めて意義深いことである。その際さらに、学習者の表出する問題解決行為の根底にある信念(概念)の体系を同定し、学習者の有する誤概念および知識のゆがみといった視点から、解法を誤らせた原因に対する理由付けを行う機能の実現が望まれる。そのような機能により、例えば、学習者の誤りを指摘する場合に、対象世界の公理系を利用した説明が可能になる。

本研究においては、解法知識に対する習得状態を表現する表層的な学習者モデルから、対象学習世界における公理系に基づいた深層的なレベルに対する学習者の概念体系を推論する手法の探求が目的とされる[1]。そのために、具体的な学習世界として集合論の演算を想定する。そして、式の簡略化における解法規則の適用状態に基づいて、集合論の公理系に対する学習者の認識状態を診断するための仮説推論の適用について述べる。

2 学習者の概念構造のモデル化

問題解決過程において学習者が適用した個々の解法知識は、それが機械的に暗記されている場合を除いて、対象学習世界に対する学習者の信念に裏付けられたものであると考えることは妥当であると思われる。したがって、学習者の理解状態に即した教授を展開するという知的CAI本来の目的からすれば、単に学習者が適用した解法知識に基づいて学習者モデルを構築するのではなく、システム自体が学習者の根底にある信念体系を認識した上で教授を展開することが望まれる。その図式を図1に示す。

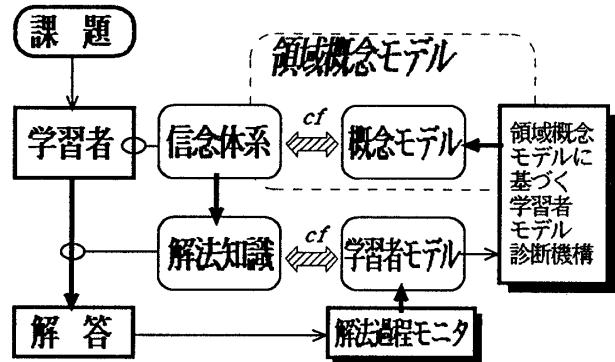


図1 領域概念モデルに基づく学習者モデルの解釈

ここでの目的は、問題解決過程における手続きの解法知識の適用状態を認識し、適用された一連の解法知識に基づいて、学習者の有する対象学習世界の公理系に対する概念構造を説明する機能の実現である。そのために、具体的なシステムとして、以下の問題を解決する必要がある。(1) 学習者の問題解決過程における解法知識の適用状態を推論する機構、(2) 対象学習世界の公理系を表現する方法、(3) 対象学習世界の公理系に基づいて学習者の理解状態を説明する機構。

2.1 問題解決過程のモデル化

システムは、学習者の入力した集合式の変換過程を1ステップごとに分割し、各ステップにおいて適用された解法知識を推論する。その図式を図2に示す。学習者が図の上半分に示した解答を行った場合、システムは学習者の解答の各ステップにおける変換された集合式を比較し、図の下半分に示した解法知識を同定する。同定された解法知識の表現において、CR<sub>i</sub>は正しい変換規則を表し、mCR<sub>i</sub>は誤った規則を表す。

システムは、解法過程において観測される解法知識を蓄積することにより、学習者モデルを構築する。図3にその図式を示す。本システムにおける学習者モデルは、式変形の過程において、学習者の適用した式変換の規則に対して、正しい規則と誤った規則を同時に蓄積していくといった、知識獲得的な機能を有するデータベースであるといえる。

2.2 対象学習世界のモデル化

領域概念モデルは、対象学習世界の公理系を表現する。具体的には本研究では、集合論の学習世界を想定している

\*On Abstracting a Misconception by Hypothesis Based Reasoning for ITS by Noboru MATSUDA(Kanazawa Institute of Technology) and

Toshio OKAMOTO(Tokyo Gakuhei University)

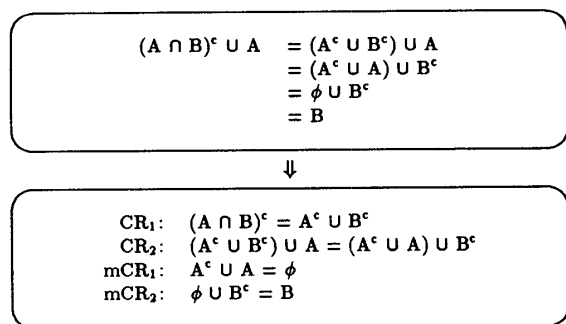


図2 変換規則の同定

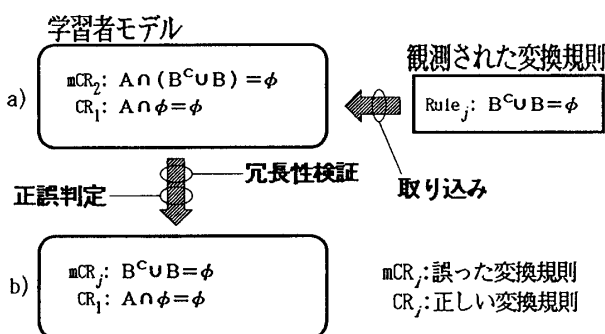


図3 学習者モデルの構築

ので、例えば、“交わり”、“空集合”、“補集合”などといった概念間の関連を、“定義”、“上位(下位)概念”といった属性によって記述する。概念間の関連を認知的に定義する属性としては、例示した“上位(下位)概念”の他に、類似関係、包含関係などが考えられる。これらは、属性のネットワークで表現することが可能であり、さらに階層的・因果的に定義される。

### 3 仮説推論を用いた misconception の説明

本研究においては、領域概念モデルに基づいて学習者の誤概念を説明するために、診断的な仮説推論を適用する。一般に、仮説推論は、既知の事実集合(F)から新たに観測された状況(O)を説明できない場合に、前もって与えられた仮説の集合(H)から観測事実Oを説明する仮説(h)を求める推論方式である[2]。仮説推論を診断システムとして応用する場合には、診断的な仮説集合として、対象世界における機能上の観測事象(症状)とその原因の記述を与える。そして、システムは、観測事実としての症状に対する説明(症状を誘発した原因)を仮説集合から求める[3]。

知的CAIにおける学習者の misconception を診断するための仮説推論は、学習者モデルが表現する知識状態Sに対して、エキスパート知識(F)だけでは説明できない構造Sを説明する問題に対応する。すなわち、学習者の誤概念を説明しうる診断的な仮説集合(H)を与え、学習者の知識構造Sを部分的に説明する仮説(h)を選択する機構である。その図式を図4に示す。

学習者の誤概念を説明するための仮説推論において、具

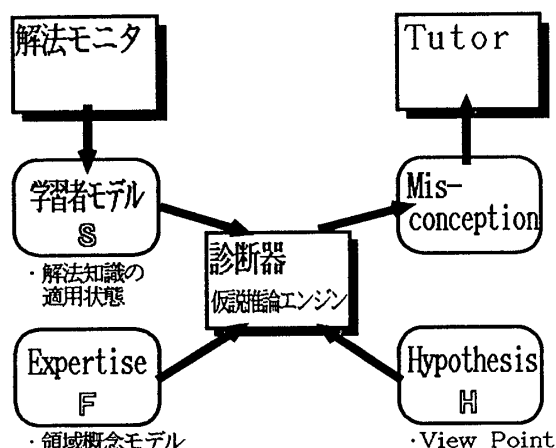


図4 学習者モデル診断のための仮説推論

体的に診断仮説として何を記述するかといった事柄が問題になる。ここで提案する診断仮説集合は、学習者の誤りの根元を説明するためのプリミティブである。ここでは、学習者の誤概念(misconception)を次のようにとらえる。すなわち、学習者が誤りを犯すのは領域概念モデルにおける特定の概念(核概念)に対する理解が欠落してからである。そして核概念に代わるものとして、学習者固有の信念を形成する。したがって、核概念に代わるものとして、学習者がどのような誤概念を有しているかに関する仮説を想定する必要がある。そのために、ここで想定する診断仮説は、学習者に未習得な核概念と、観測された表層的な誤りに関連づける認知的な規則の集合である。具体的に、仮説を記述する場合に、視点(view point)の理論を適用する。ここで言う視点とは、因果的または戦略的な観点からの問題の分類、過去の経験に基づく類推、問題解決に用いられる戦略などを意味する。これらはいずれも、学習者が領域概念モデルをどのようにとらえているかといった事柄や学習者独自の誤概念を適切に説明することが可能である。

### 4 おわりに

問題解決の学習世界において、解法知識の適用に関する表層的な学習者モデルを診断的に解釈し、対象領域の公理系に基づく説明を行うための仮説推論の適用について述べた。

### 参考文献

[1] 松田, 岡本. “ITSにおける仮説推論を利用した misconception の抽象化について”. 信学技報, Vol. AI90-7, pp. 43-50, 1990.

[2] 國藤進. “仮説推論”. 人工知能学会誌, Vol.2, No. 1, pp.22-29, 1987.

[3] D. Poole, R. Goebel, and R. Aleliunas. “Theorist: A Logical Reasoning System for Defaults and Diagnosis”. In N. Cercone and G. McCalla, editors, *The Knowledge Frontier: Essays and the Representation of Knowledge*, pp. 331-352, Springe, 1987.