

## 知識表現を用いた動的な教育システム

1 K-4

近江谷芳恵 牧野 武則

(東邦大学理学部)

## はじめに

教育システムでは、教育の教材の作成が課題となっている。自然言語処理技術の進歩によって、文章として書かれたドキュメントから、知識を形式化することが可能になりつつある。知識の形式化は、情報処理に広い分野に大きなインパクトをもたらすが、とりわけ教育分野での計算機の利用の可能性の拡大に寄与する。

知識表現に基づく教育システムについては、幾つかの報告があるが、高度な教育システムを目指した教育の戦略の知識、問題解決のための知識に焦点が当てられている。

本論文では、自然言語を理解した形式である意味表現を、教育のための知識と考え、その知識を用いて教育のための環境を動的に制御・管理する方式について紹介し、高校の化学の教科書の一部、ハイパーカードを用いて実験を行なった結果を報告する。

## システムのアウトライン

現在の教育システムは、コースウェアを用いたシステムが多い。コースウェアは、システムの作成の容易さ、教育時の評価の容易さなどメリットが少なくないが、計算機を用いた利点である大量の知識を、場面に応じて動的に制御するには、コースウェアの構造が逆に障害になることがある。

本来、教育すべき内容と教育の方法とは独立である。化学ならば、物質や物質の機能に関する知識は、それ自体で対象の知識として記述され、そうした知識をどう教えるかといった教育の方法に関する知識は、対象の知識の外にある。

したがって、対象となる知識を表現形式と、表現された知識を説明する分かり易い提示手段が課題となる。

## 知識の表現

知識の表現形式として、意味ネットワークを用い

る。意味ネットワークのノードは、事象や事物の概念を表し、アークは概念間の関係を表す。

概念間の関係は、自然言語処理でしばしば用いられる格文法で定義された格システムを拡張し、格(関係)の曖昧さを排除した関係のセットを定義する。

ここでは、概念をその品詞に係わりなく「もの」、「場所」、「こと」およびそれらの「属性」に分類する。そして、「もの」同士の関係は、部分全体(a p o)、概念上の上位下位(i s a)など、「こと」と「もの」の関係は、個々の「こと」が成り立つために必要な関係を、それぞれに対して定義する。

例えば、移動の概念が成り立つためには、移動するもの(o b j)と移動する源(s o u r c e)と移動する先(g o a l)がなければ、移動の概念は論理的にも物理的にも成り立たない。結合にしても、結合するには、あるもの(o b j 1)と他のもの(o b j 2)が結合し、その結果別のもの(o b j 3)が生成される。それを結合と呼ぶ。

知識ベースの中での表現の曖昧さをなくすために、「こと」に対して図1に示すように、概念の辞書を作成し、その概念に依存する関係を明確に定義する。

この辞書の役割は単に関係の定義を明確にするだけでなく、知識の完全さの簡素な検証のためにも用いられる。

具体的な例を、三省堂の高校の化学の教科書の記述を順に追いながら作成した知識表現の一部を紹介する。

図2は、原子の全体部分、図3は、原子の上位下位の関係を、知識表現から取り出したものである。図3は、結合の下位概念、図4は、化学結合の記述の部分の知識表現である。

図表の表現は、その図表が表す「もの」や「こと」とそれらの属性のセットで表す。例えば周期表は、

周期表(原子、族、周期)

であり、これは属性(原子、族)と属性(原子、周期)の結合を表している。他の具体的な図に対しても、例えば、N a、C lの化学反応の説明図の場合、化学反応(N a、C l)

と表す。

ハイパーカードの利用

ハイパーカードは、基本的にはカード単位の管理をスタック機構を用いて行なうシステムである。このシステムの特徴である、多様なカードの処理、動画やミュージックの利用は、情報の提示の道具として極めて優れている。しかし、限られたカードという単位に情報をまとめるには、多様な観点が入り組んだ複雑な構造の情報を、ある観点から切り取り、焦点も明確にする必要がある。

知識表現は、そうした情報の切り出しにも有用であり、例えば、図2、3、4、5に示した、ある関係でまとめられた表現が1枚のカードとなり、分かり易い文や、図表で表される。

カード間の関係は、「もの」や「こと」の関係として管理され、関係（概念、概念）、あるいは、それらが複合した関係、例えば、周期表（原子、族、周期）で、参照される。

実験の評価

以上の実験で、教科書の文章からの知識表現の生成は、人手で行なっている。しかしできるかぎり概念の辞書に従い機械的に概念表現に変換した。

その際、当然機械処理によっても問題になる課題があった。対象とした文書での問題は、

- 1) 概念が一意に決まらない語や一見分かったような気にさせる語に対する扱い。「提供」など。
  - 2) 概念が成り立つために必要な相手 概念の欠如。「電子が一様に分布する」の「分布の場所」。
- こうした問題は、人が読む際にも正確な理解の妨げになっている可能性がある。

知識表現については、概念の辞書を完備しさえす

れば、使われる語の意味上の多様さが少ない化学の教科書では曖昧さのない表現ができる。しかし、意味ネットワークで表現できても、その意味が不明確な場合がある。例えば、「ナトリウム原子が陽イオンとなって格子を作り・・・」では、格子と原子の関係が不明確なまま残される。こうした表現については、いわゆる常識の利用を考慮するといった解決、人による情報の追加が必要になる。

おわりに

ドキュメントから抽出した知識を用いた教育システムのアウトライン層蘇の評価について紹介した。

多くの教材は、自然言語や図形で表現されており、それらを教育システムの教材に用い、かつ、計算機を用いる利点を活かしたシステムは、今後の教育システムの一つの方向を示している。

評価で示したように幾つかの解決しなければならない課題があり、自然言語解析の能力の向上も必要だが、教育の対象の知識を形式化し、動的な管理を行なうことで、従来のシステムとは異なった柔軟な教育システムが提供できる見通しを得た。

最後に、教科書データの使用を許可して頂いた三省堂の御高配に感謝いたします。

[参考文献]

1. 日本情報処理開発センタ編「CAIシステム」 日刊工業（1973）
2. 牧野「概念分解について」人工知能学会大会、6-14, pp.283-286(1989)
3. 池田「知的CAIのためのフレームワークの検討」情処学会シンポジウム論文集（1987）

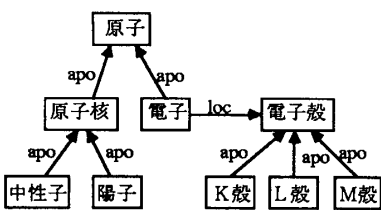


図2 原子の全体部分

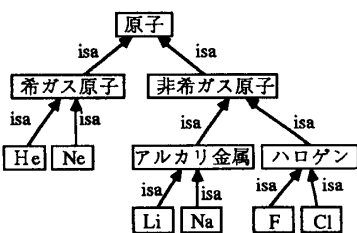


図3 原子の上位下位の関係

移動 ( obj, source, goal ), result  
状態変化 ( obj, pre, post ), cause  
結合 ( obj1, obj2, obj3 )  
存在 ( obj, loc )

図1 概念の辞書

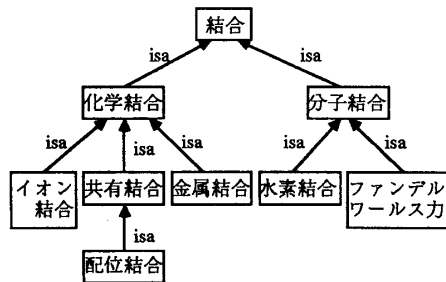


図4 結合の下位概念

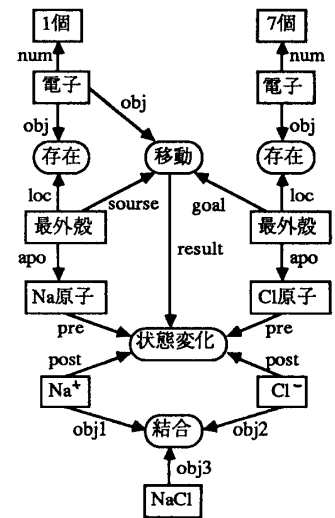


図5 化学結合の記述