

## 三つの問題解決器のお話し

寺野 隆雄

筑波大学大学院経営システム科学専攻

email: terano@gssm.otsuka.tsukuba.ac.jp

*The problem - for teachers, parents, government leaders, friends, and computers - is to have more interesting stories to tell.* in [Schunk 1990]

*Daily life is formally an intractable problem.* ... in [Davis 1991]

### はじめに

「20世紀末の地球に着いた、とある異星人は、いろいろ面白いものを見たが、一方で、どうしてもわからないこともあった。情報を得るための最善の方法は知的な機械に尋ねることだと信じていたので、その異星人はAIの国へたどりついた。…([Davis 1991] はこんなふうに始まる。でも本稿はこれからが違う!)そこには、質問に答えられる三つの問題解決器があった。」

現在の知識システムは、開発者からみると、さまざまな人工知能技術・コンピュータ利用技術と組合わさって実現されている。また、利用者からみると、より平凡でめだたない問題解決システムとしての性格が強まっている。本稿では、現在の知識システム開発にしばしば用いられる三つの問題解決器の特性について考察する。

### ルールベース推論

「私は、あなたの質問になんでも答えられます。たくさんルールを持っていますから。」

ルールさえ集めてくればちゃんとした知的なシステムができるというのが、1970年代の素朴な考え方であった [Buchanan 1984]。そのためには、専門家からインタビューによって知識を引き出し、ルールとしてコーディングして、プロトタイプを見せながらシステムを作っていけばよいはずであった。しかし、いくらやってもこの方法ではきりが無い。システムの脆弱さを克服するには大量の知識をとにかく集めなければ

ならない。さらには、専門家は他人に伝えられない知識を使って問題を解いている。かくして、知識獲得ボトルネック (Feigenbaum Bottleneck) が生じる。Cycでは、大量の知識獲得作業を実際に行なっているが、これは、ルールベースによるアプローチではない。

ならば、ルールベース推論は駄目なのかといえば、そうでもない。プログラム記述方式としてとらえると、ルールベース推論は非常に便利である。問題解決知識としてコンパイルされた表現がルールであるからとにかく効率が良い。このコンパイルを自動化しようとする、Soar [Newell 1990] のような一見複雑なアーキテクチャとなる。しかし、Soarでも元のタネとなるルールがないと問題解決器は動かない。

### モデルベース推論

「私は、あなたの質問に正しく答えられます。モデルを持っていますし、原理原則から考えますから。」

ルールの問題解決能力の低さを克服する方法として、モデルベースの考えが発表されてから、すでに、10年以上になる。あてにならない経験的知識に頼らないシステムとして、これがもてはやされてからも長い。しかし、モデルベースにも欠陥がある。

1つは現実の問題がなかなかモデルとして記述できない点である。複雑なシステムを実現しても、その問題解決能力が単純なルールベースシステムを越えられないケースも多い(たとえば、[AI 1991])。たとえば、単純な初等力学のモデルだけでは、教科書に書いてある以上の結果は出てこない。ルールとは形式は異なるがやはり知識がすべて書ききれないという点では、モデルベース推論もルールベース推論と同様の欠点をもつ。

もう1つの欠点は、うまく動いたとしても、すぐに計算量の壁につきあたってしまい、大きな問題には手がでなくなることである。また、モデルの立場からは除去できない大量の解候補を生成することも多い。

[Davis 1991]では、結論の完全性と効率のトレードオフの形でこの問題を論じている。

## 事例ベース推論

「私はいろんなことを覚えています。そして他の二人とも一緒に働きます。」

事例ベース推論 (Case-Based Reasoning; CBR) は、問題解決システムとしては、弱方法に基づく汎用探索器と、ルールベース推論に代表される演繹的推論機構の中間に位置している。学習システムとしては、例題に基づく学習 (EBL) と類似性に基づく学習 (SBL) の両者を融合したシステムである。その意味では節操がなく、非常に中途半端な技術であるといえよう。

ところが、CBR は、教科書として Schank らの成果 [Riesbeck 1989] がまとめられてから急速に普及してきた。この第1の理由としては、人間の問題解決が過去の記憶の再利用という側面が強いという Schank 等の従来の主張、[Schank 1990] が見直されてきたことが上げられる。第2には、CBR を知識システムの問題解決に適用することで、知識獲得の軽減・探索効率の向上がはかれるのではないかという、CBR に対するより現実的な期待がある [小林 1992]。

実用システムに CBR を組込む場合は、事例だけでは解空間全体をカバーすることができないことから、CBR 単独で問題解決を行う場合は稀である。これは、過去の事例のみに頼って解決できる問題は分類問題のクラスにはいるという事情による [Bareiss 1989]。より複雑な問題、たとえば、プランニング問題では、[Hammond 1989] に見られるように、従来の問題解決機能、あるいは、高性能の知識システムとの共存が必要となる。

事例の格納あるいは学習という側面からは、CBR は、事例ベース内に蓄積された操作的な知識と、問題解決器に含まれる深い操作的でない知識との相互交換を行なっていると考えることができる。問題解決器のもつモデルベースに含まれる深い知識から事例ベースの要素を構築して蓄積する場合は、学習器は、演繹学習あるいは知識コンパイルを行なっていることとなる。これは、豊富な問題解決知識を必要とするアプローチといえよう。事例ベースの内容を新事例によって変更する場合は、これとは逆に、事例ベースの情報をルールベース化する作業が行なわれる。これは、帰納学習による新知識の獲得につながる作業である。

ここ、1,2年 CBR 技術を他と統合する研究が盛んに行なわれているが、それも当然といえよう [小林 1992]。

このような立場から CBR の課題について考察すると、問題解決器として CBR の概念を導入することによってどれだけ効果が上がるかが大きな課題となる [鍋田 1991]。

## おわりに

「なんだ、地球には知的システムに使えるような問題解決器はないじゃないか」

結論を述べよう。私は、(少なくとも現在のところ) 事例ベース推論が気に入っている。その理由は、第1に、知的なコンピュータシステムが直面する計算量の問題を「事例」という概念を導入して巧みに回避している (ように見える) からであり、第2には、事例ベース推論の枠組がきわめて広いために、他の理論的な学習パラダイムとは違って、研究が、過度に (?) 抽象的かつ厳密な状況に陥っていないからである。さて、みなさんはどう思われるだろうか?

## 参考文献

- [AI 1991] 人工知能学会誌：特集「人工知能の理論と実際」. Vol.6, No.6, pp. 823-833, 1991.
- [Bareiss 1989] Bareiss, R.: *Exemplar-Based Knowledge Acquisition*. Academic Press, 1989.
- [Buchanan 1984] Buchanan, B.G., Shortliffe, E.H. (eds.): *Rule-Based Expert Systems - The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project*. Addison-Wesley, 1984.
- [Davis 1991] Davis, R.: A Tale of Two Knowledge Servers. *AI Magazine*, Vol.12, No.3, pp.118-120, 1991.
- [Hammond 1989] Hammond, K. J.: *Case-Based Planning: Viewing Planning as a Memory Task*. Academic Press, 1989.
- [小林 1992] 小林重信：知識システムの新たな展開。計測と制御, Vol. 31, No. 1, pp. 115-120, 1992.
- [Newel 1990] *Unified Theories of Cognition*. Harvard University Press, 1990.
- [Riesbeck 1989] Riesbeck, C.K., Schank, R.C.: *Inside Case-Based Reasoning*. Lawrence Erlbaum, 1989.
- [Schank 1990] Schank, R.C.: *Tell Me a Story: A New Look at Real and Artificial Memory*. Scribner's, 1990.