

仮説推論システムにおける事例を利用した推論の高速化

5C-7

阿部 明典、 石塚 満

東京大学

1. はじめに

仮説推論^[1] における推論は推論システム自体の推論の柔軟性は優れているが、その推論時間が膨大にかかるのが欠点であった。その対策として重みを仮説に与えて優先的に探索させる手法^[2]、制約条件により探索経路を制御して探索空間を狭める手法^[3]等といった仮説探索時間を削減するアルゴリズムが提案されており、それなりの成果をおさめている。今回ここに示す手法は推論アルゴリズムそのものに手を加えるのではなく、過去に行った推論課程を利用して、過去の推論と同様の推論を行わないことで推論の負担を減らそうというものである。

2. 現在の仮説推論システム

基本的には仮説推論とはある事実(F)では観測(O)の説明がつかない時、仮説集合から無矛盾な仮説(h)を取り出し、それを事実に足すことで観測を説明しようとする推論法であり、具体的には以下の様な式を満たす“h”を探すものである。

$$\begin{aligned} F &\not\vdash O && \dots \textcircled{1} \\ F \cup h &\vdash O && \dots \textcircled{2} \end{aligned}$$

但し、 $F \cup h \not\vdash \lambda$

このような“h”を求める手法としてはCMS^[4]の様な、ある観測を証明するのに足りないものを探す仮説探索手法も提案されている。しかし、CMS自体が知識をコンパイルしていないと余り高速に推論できない、更に現在のシステムにおいてFとは単に無矛盾性の確認をしなくても良い知識として扱われているだけなので、F自体も探索しているということから余り使いやすい手法ではない。従って、1. で述べたような探索経路制御を伴った全解探索が仮説探索の基本手法である。

3. 仮説の探索に於ける学習

人間が何かをするときに、過去に行ったことと似て

いるなと思うと、過去に行ったことに基づく台本^[5]に従ってそのことを行い、常識的な問題なら大抵の場合は成功している。従って、過去の探索結果を台本のような形で保存しておくのは探索の指針として好ましいことと思われる。その考えから、本システムでは基本システムで推論を行う際、仮説探索の課程を示す台本を作りながら推論を行うのであるが、[6]で提案した手法を現在のシステムに合わせて少々変更して行う。実際には、

$$\begin{aligned} \text{just i} &([Obs], [Hyp], \\ &[NID], [index]) \\ &\dots \textcircled{3} \end{aligned}$$

の形で保存する。

但し、Obsは観測(①式のO)、Hypは仮説集合(②式のh)、NIDは仮説推論システムで無矛盾管理のため使われているものである。これにより、自分と矛盾するものが解る。

最後のindexは[6]で示した事実Fの代わりに使われるものである。仮説推論システムでは観測と仮説が注目され、Fは無矛盾チェックが不要な知識であるだけで、余り注目されないし、結果も出力しない。従って、Fは明示的に使わず、代わりにindexを導入した。[6]ではFの一般化の一手法としてオブジェクト指向に基づくスーパークラスの利用を提案したが、階層構造で知識を表すことが難しい知識世界もありうるので強いて階層構造にはこだわらず、普通の平坦な構造の知識を扱うことにする。勿論、indexの項にFのスーパークラスを書いて指針とすることも可能である。

4. 仮説の探索について

仮説推論システムで過去の知識に基づいて仮説を探索する場合、以下のような場合がありうると思われる。

- 1) Oもhも全く同じ
- 2) Oは同じであるが、hに欠けているものがある
- 3) Oは同じであるが、hに相違の箇所がある

An efficient method based on past cases for hypothesis-based reasoning system

Akinori Abe, Mitsuru Ishizuka

Univ. of Tokyo

- 4) Oは違うが、hに追加をすればよい(追加が無い場合もあり得る)
- 5) Oは違うが、hをOに合わせて変換すればその変換したh'が仮説となり得る

(1)は問題はなく、そのまま③式の[Obs]を先ず調べ、同じ[Obs]があれば、[Hyp]と[NID]を用いて②式の証明を行う。成功すればそれで終了。

(2)は既に使えると解っている[Hyp]をもとにして新たな仮説(h')を知識ベースに探しに行き、[[Hyp] + h']と[NID]により②式の証明を行う。成功すればそれで終了。

(3)は現在検討中であるが、[Hyp]を[[Hyp] - h']とすることで(2)に帰着できるし、もとの[HYP]を[HYP - h']としてしまえば(2)そのものになる。

(4)は設計問題の追加設計などに応用できると思われる。これはindexを恣意的に書くことで行うことが可能である。あとは(2)に帰着できる。“恣意”に問題があるかも知れないが、[5]で扱われている台本の例も結局人間の恣意性に基づいているし、このようなことが成り立つのは人間の恣意性が介在していると思われる問題領域が多いと思われるので問題無いと考える。

(5)は今回は扱っていないが、[6]でも触れたように類推により知識ベースに無い仮説を知識ベースにある仮説から発想しようというものであり、本システムの最終目標でもある。

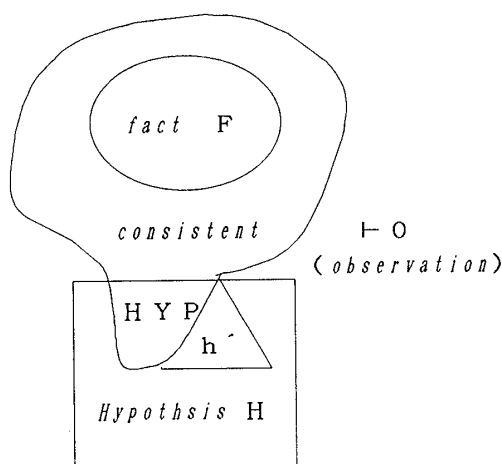


図1 仮説推論システムにおける既存の仮説(HYP)にh'を追加することで観測を説明する

(1)~(4)を用いることにより仮説の探索時間は短縮され、将来的には(5)に拡張することにより、知識ベースにない仮説の取り扱いも可能になる可能性がある。

5. まとめ

過去に行なった推論の課程を台本として記憶しておき、それを利用することにより推論を高速化する手法を示した。(4)は少々作意的ではあるがそれなりの意味は持っている。本システムの最終目標は4.の(5)で示した類推による仮説の発想であり、それを実現する上にも(1)~(4)の手法は重要である。

*** 参考文献 ***

- [1] 國藤：“仮説推論”、人工知能学会誌、Vol. 2-1、pp. 22-29、1987
- [2] 青山、石塚：“仮説の重み利用による高速化機能を有する仮説推論システム”、信学会全国大会、D-359、1988、3
- [3] 牧野、石塚：“仮説推論による回路設計システムにおける制約式に基づく効率的推論法”、情処学会全国大会、1989、3
- [4] R. Reiter, J. de Kleer：“FOUNDATIONS OF ASSUMPTION-BASED TRUTH MAINTENANCE SYSTEMS: Preliminary Report”、AAAI、pp. 183-188、1987
- [5] R.C. Schank (黒川訳)：“ダイナミック・メモリ”、近代科学社、1988 (原1982)
- [6] 阿部、石塚：“仮説推論システムにおけるjustificationによる発想の手法の提案”、信学会全国大会、D-378、1989、3