

記号主義の限界 — 複合システムとしての人間

(財) 新世代コンピュータ技術開発機構 岡 夏 樹 oka@icot.junet

概 要

人間の行なっている問題解決・推論を狭義の記号で表現することはつぎの2点で困難であることを指摘する。知識の選択の問題と知識の記述(あるいは学習)の問題である。一方、分散的なパターン処理だけで表現しようとする、制御の記述の問題がある。我々は記号処理とパターン処理の複合的なモデルにより、これらの問題点を解決することをめざしている。

1 記号とパターン

本論文では、記号とは、表現されるものに対し恣意的に決められたコードを指すことにする。あるコードは、それひとかたまりとしての意味しか持たず、広がりとしての意味はない。したがって、似たものに似たコードが付けられているわけではない。これに対し、パターンとは、広がりを持っており、その広がり方に意味があるものを指すことにする。したがって、似たものは似たパターンで表現される。

また、記号処理とは、記号をひとかたまりのものとして処理することを指し、パターン処理とは、パターンを広がりを持つものとして処理することを指すことにする。たとえば、セマンティックネットワークに基づく処理は記号処理、重み付きリンクを持つネットワーク上の活性化拡散処理はパターン処理とみなす。

2 ジャクリーヌないない問題

以下ではつぎの問題(ジャクリーヌないない問題と呼ぶ)を例として、いくつかの種類の認知モデルの限界を考察する。

ジャクリーヌないない問題 *****

19ヶ月目のジャクリーヌの目の前で、ピアジェは手のひらにおかねをのせ、(手を握り、)その手を掛けぶとんの下に入れた。そしておかねをそのふとんの下に置いた後、(手を握り、)手を出した。ジャクリーヌはまず父親の手のひらを見た。しかし、そこにおかねがないことがわかるや、すぐにふとんをはがしてその下に置かれたおかねをつかんだ。

ここで注意しておきたいのは、ジャクリーヌはまだ19ヶ月であるから、言語を使って推論しているとは考えにくいという点である。なお、この課題を遂行する

には、視覚と把握の協応(たとえば、見たものをつかむ)が成立していることも必要であり、これは記号主義では扱い難いところであるが、この点は今後は触れず、推論・思考に絞って論じる。また、目的と手段の分化(たとえば、ものをつかむためにじゃまになっているものを取り除く)が必要なこともここで指摘しておく。

3 いくつかのモデルの比較

つぎの4種類のモデルについて検討する。

1. 「記号処理」だけ
2. 「記号処理」+「分散的なパターン処理による知識の取り出し」
3. 「中央集散的パターン処理」+「分散的なパターン処理による知識の取り出し」
4. 「分散的なパターン処理」だけ

3.1 「記号処理」だけ

つぎの2つの問題点がある。

●知識の選択の問題

知識の OR 候補のうちのどれを選ぶかという問題である。たとえば、おかねのありそうな場所として考える非常に多くの可能性(手の甲にくっついている、など常識的でないものも含めると可能性は非常に多い)のそれぞれを推論する知識のうちどれを選ぶか、またたとえば、おかねをつかむための数多くの手段のうちどれを選ぶかといった問題である。常識的に妥当な知識を妥当な処理時間で取り出さなければならない。

この問題の解決方法のひとつは、外界の統計的な性質とこれまでの思考の統計的な性質を経験から学習し、その情報を利用して、妥当な知識を取り出すことである。このような統計的な情報の利用は従来の記号主義の枠外であると思われる。

●知識の記述(または学習)の問題

知識の OR 候補・AND 条件を漏れなく記述する問題(the qualification problem [1])と、つぎのようないかに記述するかの問題がある。

ある問題専用の知識を記述(または学習)するのは比較的易しいが、それでは汎用性がなく、問題ごとの知識が数限りなく必要になってしまう。したがって、どれだけ一般的な規則として記述(または学習)し、

特定の場合にその知識をいかにして利用するかということが問題になる。

たとえば推論規則として、「ふつうのおかねは...」と書くべきか、「ふつうの固体は...」と書くべきか、「ふつうのものは...」と書くべきか、...をいかにして決めるかという問題があり、また、それらの規則の「ふつうの」の指す範囲をいかに規定するかという問題がある。(たとえば、氷だとどうか、なども考えないと適切な一般的規則は書けない。)

この問題は、現状では知識を書き出す人間に頼ってしまっているのだが、いかに書くべきかの問題に対しては、知識の取り出しの問題と同様、統計的な情報を利用するのがひとつの方法であろう。

ただし、記号表現された知識が与えられて(あるいは学習されて)使われる形でシステム内部にすでに存在している、という考え方の妥当性を疑ってみる必要があると我々は考えている。すなわち、内部に持っている知識にそのときの外界が作用して、必要な知識が動的に生み出されるという可能性を検討してみるべきであると考えている。

3.2 「記号処理」+「分散的パターン処理による知識の取り出し」

Normanら[2]や我々[4, 5, 6]は、記号処理と分散的パターン処理の複合的なモデルを提案し、分散的パターン処理(活性化拡散)により、関連する知識の選択を説明できるとした。

ただし、記号表現された知識の活性化のしかたを経験から学習させようとする、その対象となる記号表現が先に与えられていないといけない。すなわち、知識の記述(または学習)に関しては記号処理だけによるモデルと同じ問題を残している。

すなわち、このモデルは、教科書から学習したような知識を使った推論のモデルとしては妥当であるが、ジャクリーヌない問題のような常識を使った推論のモデルとしては必ずしも適切ではないと考えられる。

3.3 「中央集中的パターン処理」+「分散的パターン処理による知識の取り出し」

我々は、この型のモデルは、ジャクリーヌない問題のような常識を使った推論のモデルとしては、前節のモデルよりつぎの点でもっともらしいと考えている。

- 内部の知識に外界が作用して必要な知識が動的に生み出されるという仮説のモデルとしては、内部の知識がパターン表現である方が自然であると思われる。

- 分散表現は、is-a階層の知識の一般化/特殊化方向の想起の容易さの非対称性などを自然に説明できる。

- ヒトの発達過程を考えると、意識レベルの(すなわち中央集中的な)処理の初めは言語(記号)処理ではなかったと思われる。

3.4 「分散的パターン処理」だけ

分散的なパターン処理だけでヒトの問題解決・推論をモデル化しようという試みは、いくつかある(たとえば、[3, 7])が、いずれもつぎの問題をかかえていると思われる。

● 制御の記述の問題

ある程度高度な問題解決・推論を説明しようとする、中央集中的に制御しているように記述するのが自然であることが多い。たとえば、「時刻11での状態と時刻12での状態とを比較して、何かなくなっていたならば...」や「掛けぶとんの下にあると推論したら、つぎは、掛けぶとんの下にあるおかねをつかむための計画をたてる」のような記述である。

分散的なパターン処理で中央集中的な制御をも説明するのは無理があると思われる。ただし、中央集中的な制御も、ヒトにおいては分散的なパターン処理により実現されているはずであるとか、原理的には実現可能であるという主張に反対をしているのではない。我々がここで問題にしているのは、問題解決・推論の説明のレベルとして妥当なレベルを考えた時に、どのモデルが有用かという点である。

参考文献

- [1] McCarthy, J., Circumscription: A Form of Non-Monotonic Reasoning, *Artificial Intelligence* 13, pp. 27-39, 1980.
- [2] Norman, D. A. and Shallice, T.: Attention to Action: Willed and Automatic Control of Behavior, in R. J. Davidson et al. (eds.), *Conscious and Self Regulation: Advances in Research*, Vol. IV, Plenum Press, 1986.
- [3] Touretzkey, D. S. and Hinton, G. E., Symbols among the Neurons: Details of a Connectionist Inference Architecture, *Proc. IJCAI 85*, pp. 238-243, 1985.
- [4] 岡 夏樹, 意識処理/無意識処理の認知モデル, 日本ソフトウェア科学会第4回大会論文集, pp. 459-462, 1987.
- [5] 岡 夏樹, 意識処理と無意識処理の循環構造について, 人工知能学会 ヒューマンインタフェースと認知モデル研究会資料, SIG-HICG-8804-7, pp. 61-70, 1989.
- [6] 岡 夏樹, 帰納的学習の認知モデル: 意識処理/無意識処理の観点から, 日本認知科学会第6回大会(発表予定).
- [7] 中野 肇, 磯谷 亮輔, 大森 隆司, 情報交換機能を自己組織的に獲得するシステム: 言語発生のプリミティブモデル, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J 70-A No. 5, pp.806-815, 1987.