

記号表現と結合表現の接点

4P-2

岡 夏樹

(財) 新世代コンピュータ技術開発機構

1. 意識することのできない知識

人工知能の研究における主要な問題のうちの一つは、我々が意識することのできない知識(Polanyi)(Kolers)をいかにシステムに与えるかということである。

例えば、エキスパートシステムにおける、いわゆる知識獲得のボトルネックは、専門家が報告することのできない知識を獲得するところにある。専門家がある例題を見て、「こういう場合は、Aである。」と述べた場合を考えてみよう。ここに、Aは、診断結果、適用されるルール、設計のプリミティブ等である。たいていの場合専門家は、「こういう場合」に対応する適切に一般化された条件を述べることはできない。これは、この種の判断が無意識のうちにに行われていることが多いからである。つまり専門家にとって、特定の例題についてどうであると言うことは易しいが、一般的なルールを述べることは難しい。

また、例えば自然言語における「語結合(collocation)」*の知識について、我々は通常、「そういう言い方はしない。」というような報告しかできない。一般的な規則を記述できる場合もあるが、その記述のためには関連する例の収集と非常に綿密な分析が必要となる。

* 語結合とは、ある語がどういう意味範囲の他の語と結びつきうるかということである[池上]。例えば、「腹が減ッた」と言うが、「減ル」と反対の意味の「増エル」に置きかえて「腹が増エタ」[植田] とは言わない。

これらの他に、発想、パターンの認識、熟練した技など、そのやり方を意識できない例は枚挙にいとまがない。本論文では、意識することのできない知識の働きと学習について考察する。

2. 記号表現と結合表現

以上のように脳で行われている知的処理のかかなりの部分は意識できないにもかかわらず、計算主義ではこれを記号

で表現しようとする。「意識できない」ことは必ずしもその知識が「記号表現できない」ことを意味するのではないが、それは著しく困難である。現在までの計算主義の成功は、意識することのできる知識ですむ問題に限った場合か、非常に綿密な分析に成功した場合に限定される。意識することのできない知識をシステムに学習させることは魅力的な課題であるが、実用的な成果はまだ上がっていない。

一方、神経回路網に基礎を置くコネクショニストモデル(McClelland)では、局在表現にせよ分布表現にせよ、重み付けられた結合パターンとして知識が表わされる。この意味でこれを記号表現に対して結合表現と呼ぶことにする。結合表現は、並列性があり、故障や雑音に強く、状況の変化に対してゆるやかに性能劣化する等の人間の処理に似た長所を持ち、意識できない知識や類推、一般化を自然に表現できる可能性を持つが、記号表現された知識との対応をとったり、動作を人間に分かるように説明するのは難しい。従って、結合表現ではシステムに学習させることは不可欠である。記号処理をコネクショニストモデル上で実現しようとする研究には、まだ十分な成果はない。

3. 記号表現と結合表現の接点

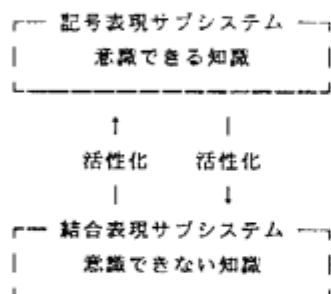
このように記号表現、結合表現にはそれぞれの長所と短所があり、それらの中間的なシステムの研究もいくつか報告されている。例えばStanfillは、例を一般化せずそのまま保持して、その中から一番近いものを選ぶ方式を提案した(Stanfill)。Jones はコネクショニストモデルに似た、ルールベースシステムの並列実行モデルを提案した(Jones)。

以下では記号表現と結合表現を組み合わせたシステムを検討する。安西は、パターン認識機構(ネットワークモデル)と推論機構(ルールシステム)を組み合わせたモデルを提案した(安西)。推論機構での推論は意識/無意識の両方の処理に対応する。また、両機構はある程度独立である。

これに対して本論文では、冒頭で述べた意識できない知識という現象に注目し、記号表現サブシステムでの処理を

A Bridge between Computationalism and Connectionism
Natsuki Oka
Institute for New Generation Computer Technology

意識的な処理に、結合表現サブシステムでの処理を無意識の処理に対応させるモデルを提案する。パターン認識は無意識の処理の一部である。また、両サブシステムは緊密に相互作用する。



記号表現サブシステム中の知識は、記号表現されており、活性度を持つ。活性化された知識だけが見える（意識的にアクセスできる）とする。記号表現が活性化されていなくてアクセスできない状態は、忘却としてとらえると欠点であるが、関連するものだけが見えて効率がよいととらえると長所でもある。すなわち、本モデルの枠組みでフレーム問題に対処できる可能性がある。

結合表現サブシステム中の知識は、結合表現されており、通常のコネクショニストモデルと同様にノードは活性度を持つ。両サブシステムの相互作用は以下の通りである。

まず、記号表現サブシステムに対する結合表現サブシステムの作用を見る。記号表現された知識の活性化は結合表現サブシステムの対応する表現の興奮により引き起こされる。結合表現サブシステムからの活性化は、「思い付いた」という現象に対応する。また、この仕組みにより、記号表現された知識の優先度付け、文脈依存性、モジュール化等を自然に実現できると予想される。これに伴い、無矛盾性の管理が局所的で済む可能性がある。

つぎに逆に、結合表現サブシステムに対する記号表現サブシステムの作用を見る。意識された知識は最高の活性度となり、結合表現の対応するノードの活性度に対するバイアスとして働く。これは、無意識の処理に対する注意の効果に対応する。

以下ではこのシステムにいか知識を与えるかについて考察する。本システムにおける学習には、記号表現された知識の学習と結合表現された知識の学習がありうる。

A. 記号表現された知識の学習

記号表現された知識は明示的に与えることができる。一方、例からの記号表現された知識の学習においては、学習

すべき概念と関係する属性の発想(画)や、枝刈りに無意識の処理が役立つ。

B. 結合表現された知識の学習

容易に意識することができる知識（ルールの一部や、注目すべき属性はどれか等の断片的な知識、適用条件が不明確な宣言的知識、例外を考慮しない大まかな知識等であり、記号表現で表わされる）をまずシステムに与え、それを利用して、システムは例から、意識することのできない知識に相当する知識（結合表現で表わされる）を学習する。



記号表現された知識の利用の仕方は、結合表現のノードの活性度のバイアスとして、また、記号表現の知識で例を実行してみることを通じて学習する（例えば、大まかな規則の適用条件を結合表現により補って詳細化していく）等が考えられる。

このような学習は人間においてしばしば見られる。例えば、外国語の習得は、文法規則と例により行われるが、初めは規則に従った遅い処理しかできず、しだいに習熟して無意識の速い処理ができるようになる。ジャズの即興演奏の習得も同様である。

<参考文献>

- [Jones] Jones, M.A., Feedback as a Coindexing Mechanism in Connectionist Architectures, IJCAI-87, 1987.
- [Kolars] Kolars, P.A. and Smythe, W.E., 佐々木 訳, 記号操作: 心の計算説を超えて, In 認知科学の基礎, 産業図書, 1986.
- [McClelland] McClelland, J.L. and Rumelhart, D.E., Eds., Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, MIT Press, Cambridge, Mass., 1986.
- [Polanyi] Polanyi, M., 佐藤 訳, 暗黙知の次元, 紀伊国屋書店, 1980.
- [Stanfill] Stanfill, C. and Waltz, D., Toward memory-based reasoning, Communications of the ACM 29, 12 (Dec. 1986), 1213-1228.
- [安西] 安西祐一郎, 認識と推論の情報処理メカニズム, 科学, Vol.57 No.4, 1987, 210-219.
- [池上] 池上嘉彦, 意味の世界, 日本放送出版協会, 1978.
- [植田] 植田まさし, コボちゃん No.698, 読売新聞, 3月13日, 1984.
- [岡] 岡 夏樹, 読み返しによる学習, Workshop on Learning-87, 1987.