

報処理技術は現在の研究にその萌芽があると。しかも大衆としてのユーザが関係する情報処理の世界では過去を無視した飛躍は許されない。常に過去のソフトウェア資産に配慮した技術しか生き残れない。逆に言えば、30年後の情報処理の世界はやはり今の情報処理の世界とずいぶん似ているに違いない。しかし、その大衆化、社会への浸透のぐあいは今以上のものになる。

参考文献

- 1) 坂井利之：戦略的創造のための情報科学，中央新書（1988年）。
- 2) 数学の最前線，数学セミナー編集部編，日本評論社（1990年8月）。



牧之内 顕文（正会員）

1967年京都大学工学部電子工学科卒業。1970年グルノーブル大学理学部応用数学科 Docteur-Ingénieur 取得。同年富士通(株)入社。以来、コンパイラーコンパイラ、データベース、知識ベース、自然言語インタフェースの研究開発に従事。京都大学工学博士。(株)富士通研究所を経て現在九州大学工学部教授(情報工学科)。電子情報通信学会、ACM、IEEE Computer Society、人工知能学会各会員。



人工知能の夢への接近

石 塚 満†

人工知能(AI)は情報処理分野の中でも最も夢があり、夢を語る話題に富んだテーマといえる。編集委員会から「30年後の夢を記せ」との依頼であるが、「人間のように思考し、学習するコンピュータ」という夢は人工知能研究の黎明期であった30年前にも語られた。夢の内容は今日でも大きく変わっていないように思える。

30年間の研究の積み重ねにより、幾分かは夢に近づいた部分もあるが、まだまだ道遠しという感じが強い。一步進むことにより深淵が見えてくるといった感じである。「人間のように」という域には30年、あるいは100年たっても達しない部分が多いが、夢に向かって一步前進する努力が高次情報処理技術を生み出してきている。総合力の点で「人間のように」というのは困難であるが、コンピュータの頭の回転の速さ、記憶構造を活用できる特定の領域では、他の情報処理技術がそうであるように、人間の能力を超えるシステムが生まれているし、今後も生まれてくるであろう。「人工知能」という言葉は、このような高次情報処理

技術を生み出す源泉となっている。

人工知能という目標は、いわば永遠のテーマ的性格をもち、このようにすれば確実だという道は明らかでない。ある人は、まず人間の知能(自然知能)に学ぶことが必要と考える。コンピュータでは困難だが人間はうまく解決している問題の場合、人間の知能のメカニズムを考えることは新しい枠組みの大変良いヒントになる。またある人は論理や数学など形式的枠組みが重要と見え、それを発展させることで知能に迫れると考える。ある人は具体的な問題を対象として追求することにより、他にも普遍できる知能機能を見い出そうとする。どれが人工知能への正当な道だということではなく、これらの総合力が必要である。

全体としては総合力が必要なのだが、個々の研究者は確固とした視点をもって研究を進めないと、新たな局面を切り拓く成果には結びつかないと思う。目標に多面的な性格があり、確実なアプローチがあるわけではないからこそ、自分なり信念、見通し、視点から道を切り拓く必要がある。人工知能で信念のはっきりしない研究はおもしろくない。

人工知能研究会主査
† 東京大学生産技術研究所

他人の信念、視点を解説するのは適切ではないので、筆者自身の考え方について述べることにしたい¹⁾。

一般に人工知能研究が目指す知能には次のようなレベルがある。

- 発想, 創造
- 帰納推論, 学習
- 認識, 構造化, 連想, 類推
- 演繹的推論
- 演算, 検索

演繹的推論機能までは大分メカニズムが解明され、広く利用されるようになってきた。今後の人工知能研究は、演繹的推論を超える高次人工知能機能を解明し、広く利用できるようにすることが大きな課題である。高次人工知能になればなるほど探索量は大きくなるので、高速推論手法がともなわれないと利用できない。推論の高速化に直接的に効果があるのは、推論の筋道をガイドするヒューリスティックな知識の導入であり、今日のエキスパートシステムを実用的にする中心的な技術になっている。しかし、ヒューリスティックな知識は獲得が容易ではなく、また局所的に有効な知識であることから、なかなか問題全体をカバーする知識にはならない(知識獲得のボトルネック)。このような課題を克服するために、ヒューリスティックな知識に強く依存しないシステムティックな高速推論は今後とも人工知能の中心的課題である。高速でなければ大量の知識の処理も困難であり、大量の知識の処理がなければ人間を超えるような知的機能も生まれない。

一方、類推や学習などの高次人工知能機能の第一義的な役割は知識の(適用範囲の)幅を広げることであるが、高速化のために必要であるという視点からアプローチしたほうが、的確な目標をもって研究を進められる面が強い。動物の知能は生存のために回りくどい推論を回避して、素早く対応するといった面で知能を発達させてきているといえる。

類推, 学習, 発想といった高次人工知能機能の個々の研究はもちろん重要であるが、これらの全体像をとらえ、実用性も備えた枠組みの上にこのような機能を開発していく必要があると考える。われわれはそのような枠組み、あるいはプラットフォームとして「不完全な知識を含む知識ベースと

これを操作する高速高次推論」が重要な視点であると考え、その具体的出発点として「論理に基づく仮説推論システム」を設定している。その理由は下記のとおりである。

- 知識の幅を広げる役割を果たす不完全な知識を仮説として扱える。
- 知識ベースが不完全な知識を含むと非単調推論系が必要になるが、これは最もシンプルな形の非単調推論系である。
- ヒューリスティックな知識によらない問題解決の定式化として重要な、制約問題解決機構の上に位置する上位の問題記述形である。
- 認識(診断), 設計といった実用的問題に直接的に適用できる良い枠組みである。
- 発想というような高次知能機能へもつながる枠組みである。

仮説推論は実用性も備えた次世代知識ベースの有用な枠組みなのだが、推論速度が十分でないのが最も大きな問題点である。われわれはバックトラックを含む Prolog の推論機能を利用したインプリメントと比べて、1000倍以上の速度を達成する推論パスネットワークによる高速仮説推論法を開発した。知識表現の系譜には、モジュール性に優れる宣言型表現(制約表現)と、相互関連の記述性と推論に優れるネットワーク型表現(コネクション表現)があるが、この高速推論法は論理の宣言型表現をネットワーク型に変換(コンパイル)して操作していると見なすことができる。大幅に高速化したといっても可能な仮説数に対して指数オーダーの計算量の壁を超えたわけではない。一般に知識ベースに不完全な知識が含まれると非単調推論が必要とされるようになる。仮説推論を含む非単調推論系の計算複雑度は NP-完全、あるいは NP-困難と示されており、通常の解の探索という範囲に留まっていたのでは指数オーダーの壁は超えられない。われわれは過去に成功した事例を利用すること(類推機能)によりこの壁を平均値的に超える推論手法も開発した。よく現れる推論系列に対して近道を設定するマクロ的知識生成(EBLによる学習)も有用なアプローチである。

その他、知識ベースにおいて問題が与えられる前に可能な推論は事前にやってしまうという知識ベース・コンパイル技術もまじめに考える必要がある。われわれは仮説推論において欠けている知

識を発想する方法も含めて高速化する知識ベースのコンパイル法を開発した。これによって推論をメモリ探索に置き換えることができる。制約充足問題 (CSP) における k-consistency アルゴリズムと深く関係した技術である。知識ベースすべてをコンパイルするのはメモリ空間が膨大となり実用的でないので、部分コンパイル法も開発した。類推、学習の利用による高速化が人工知能的観点からのアプローチであるのに対し、知識コンパイルはコンピュータ技術寄りの観点からのアプローチといえ、両者の交流はますます重要となろう。

発想やひらめきのメカニズムなどは難しいように思えるが、このアプローチの延長で10年ほどで利用の目途がついてくると思う。発想までいったからといって人間の知能機能を実現できたというわけではなく、このような知能機能は人間の脳でいえば左脳(理性の脳)の部分である。右脳(感性の脳)に関係する直観(常識も深く関係する)などは残される。ニューラルネットワークは右脳の機能への一つのアプローチといえるが、どこまでのものか筆者にはよく分からない。10年、15年のスパンで考えれば、左脳の部分はコンピュータですべて実現し、右脳の部分は人間が担当し、その間に良いヒューマンインタフェースを実現することが工学的なアプローチといえよう。並列コンピュータなどによるコンピュータパワー、分散協調推論などを、このような情報システムを可能に

するために導入していくことも重要な視点である。30年後のこととなると(筆者はもう研究をしていないであろうから)よく考えていない。

以上、筆者の個人的な考えを記した。大きな人工知能という目標に対して、研究者は個々に明確な視点、サブゴールを設定して研究を進めることが重要だと思う。M. ミンスキー先生の「心の社会」の本²⁾は、今後10年、20年、30年先の人工知能技術を考える上でいろいろと示唆に富んでいると思う。

参考文献

- 1) 石塚 満: 不完全な知識の操作による次世代知識ベースシステムへのアプローチ, 人工知能学会誌, Vol. 3, No. 5, pp. 552-562 (1988).
- 2) M. ミンスキー (著), 安西 (訳): 心の社会, 産業図書 (1990).



石塚 満 (正会員)

昭和46年東京大学工学部電子工学科卒業。昭和51年同大学院博士課程修了。工学博士。同年NTT入社。横須賀研究所勤務。昭和53年より東京大学生産技術研究所・助教授。現在に至る。人工知能、知識システム、画像理解、ヒューマンインタフェースの研究を行っている。現在、本学会人工知能研究会主査。



当たらぬも八卦

竹内 郁雄†

私は4~5年前のこと、ソフトウェア工学研究会主催のシンポジウムのパネル「明日のソフトウェア工学」で、「明後日(あさって)のソフトウェア工学」と題して、あることないこと、まるでア

サツテの話をベラベラやったあと、そのうち明治生命の保険屋さんがソフトウェアの信頼性について画期的な貢献をする、1992年でソフトウェアの進歩は止まる、2016年12月2日に天才の学者がプログラムの最適冗長性に関して画期的な論文を発表する、などとデタラメな予言をしたことがあ

記号処理研究会主査
† NTT 基礎研究所