

知能システムのこれから

長尾 確^{†1}

Web における高度な情報共有や知能ロボットなど、人工知能研究の成果に対する人々の期待は少なくないにも関わらず、知能の原理がどこまで解明され、どのような問題が未解決なのか、あまり明確にはなっていない。そこで、知能システムは、知能の原理に関する仮説検証の手段である、という考えをより徹底することを提案する。それによって、検証された（あるいは検証されつつある）仮説集ができる。知能システムの実現の仕方はさまざまでも、それが前提としている原理がシンプルで、それに関する仮説が検証されていることで、知能システムの設計思想やそれが実装する知能の妥当性が説明できるだろう。

本稿では、知能システムを構築する上で、今後重要になるとと思われる、リアル（実世界性）、ソーシャル（社会性）、マテリアル（物質性・道具性）の3つの観点について述べ、知能システムの展望について述べる。

Intelligent Computing Systems: A Prospect

KATASHI NAGAO^{†1}

While research results of artificial intelligence have been looked forward to be available, for example, in Web-based advanced information systems and intelligent robotics, previous AI researches have not sufficiently shown that how many principles of intelligence are already explained or are yet to be solved. Therefore we should make sure that intelligent computing systems are means to verify hypotheses on principles of intelligence. Being always aware of this point, we can acquire series of verified or being verified hypotheses. Based on these hypotheses, we can explain design principles and appropriateness of our developed systems with some sort of intelligent mechanisms. In this article, I describe three perspectives of guideline for developing and deploying intelligent computing systems; they are real, social, and material.

1. 知能システムとは

知能とは知的なふるまいをするための根拠となる原理や計算モデルのことであるが、知能システムにとってその知的なふるまいがその目的に合うものでなければならない。つまり、知的であることがシステムの目的の達成に貢献しなければ意味がない。

知能システムが評価されにくいのは、目的を達成するための仕組みが必ずしも知的なふるまいの根拠となる仕組みと結び付いていないからである。システムの目的の達成度は評価できても、その根拠が妥当であることを評価するのは一般に困難である。

知能システムを構築するために重要なことは知的なふるまいを発現させるための原理について明確な仮説を立て、知能システムがその目的を達成することに貢献することを確認することでその仮説を検証することである。

たとえば、われわれの考えた仮説の例は、「人間にとって意味のある活動には必ず構造があり、その構造を顕在化することで活動そのものの質が向上する」というものである。このような仮説を検証するために、システムを開発し運用を行っている。

仮説を検証するために、知能システムを開発してデモするだけでは不十分であり、継続的に運用を行うべきである。

継続的に運用できないようなシステムを開発するのがまずいのではなく、仮説検証を十分に行うためには運用を行うのが最も都合がよいのである。

知能システムを継続的に運用するためにはシンプルな原理を発見して実装するだけではおそらく不十分であり、大量の例外処理を加えていかなければならないだろう。状況を前もって予測できないので例外となるわけだから、例外処理を原理の中に初めから埋め込んでおくことはできないため、原理や仮説そのものを運用の過程において修正していくべきだろう。そして、その変化が収束した頃にその原理や仮説の再評価をするのがよいだろう。

もちろん、これまでの人工知能研究もそのようなプロセスを踏まえて行われてきたと思われるが、知能の根拠が明確な仮説検証によって示された例はあまり多くはないと思われる。

そこで、これからは、知能の原理を、システムの運用によって蓄積した根拠に基づいて明確に説明できるようにすることを目的として研究を行っていくのがよいだろう。

そのために、3つの観点を導入する。これらは、知能システム研究を運用と結び付けるために考慮すべきものである。

^{†1} 名古屋大学 大学院情報科学研究科 Graduate School of Information Science, Nagoya University

2. 3つの観点（リアル、ソーシャル、マテリアル）

知能システムを知能の原理に関する仮説検証の手段と捉えることは、システムを開発して運用することに大きな意義を与えることになる。そのために、知能システムを実働させなければならないのは当然である。

そして、これまでの人工知能研究と比べて状況に変化が見られるのは、システムと組み合わせることのできる周辺の技術が発達したことであり、組み合わせることによって初めて、知能システムに本来に目的を達成するための機会を与えるのである。

2.1 リアル（実世界性）

従来より、知能システムが現実の問題を扱えなければならないのは、当然であったが、現在ではその要請がより強くなっている。それは、一般に、知能システムの価値は、その理論やメカニズムに与えられるものではなく、その実働性にあるからである。その点を見誤ると、今後も間違った方向に研究が進んでしまうと思われる。システムが拠り所としている理論やアルゴリズムがどんなに優れていても、現実の問題に適用でき、その解決に貢献できなければ意味がない。

現実の問題を簡略化して、人工的に加工した問題ではなく、現実の問題をそのまま対象にすることで、知能システムの継続的運用の必然性が高まり、分析対象のデータも自然に集約されるだろう。

現実の問題とは、たとえば、「はやぶさ」に代表される宇宙探査や、介護など高齢者の生活支援、医療診断、教育現場における学習支援、企業等の経営支援、会議等でのコミュニケーション支援など、知能を必要とする現実の問題は多岐に渡る。

現実の問題を扱おうとすると、システムが複雑になり、そもそも検証すべき知能の原理がシンプルなものではなくなり、研究成果として公表し、共有できるようなものではなくなってしまうのではないかと、思われるかも知れない。

現実の問題を扱いつつ、尚、シンプルな原理を追求することは不可能ではない。

たとえば、われわれが研究しているディスカッションマイニングでは、日常的な知識交換の手段であるミーティングにおいて行われるコミュニケーションを促進させる知能システムに組み込むべき基本的原理は、コミュニケーションに内在する構造を参加者に気づかせることであるとして、会議支援システムの運用によって、その仮説を検証するための研究を行っている¹⁾。

これは、現実の問題がどんなに複雑であっても、初めからシステムを複雑にするのではな

く、できるだけシンプルな原理を、実世界における運用によって一つ一つ確認しながらシステムの機能を拡張していくべきという考えに基づいている。

2.2 ソーシャル（社会性）

ここでのソーシャルとは、人工知能そのものが社会性を持つということではない。知能システムがネットを通じて、社会つまり人々と接点を持つということである。知能システムは、クラウド化され、多くの人々をつながりを持つことで発展させられると筆者は考えている。

もはや、実働するシステムを開発する上で、ネットを活用しないことはあり得ない状況である。ネットに参加する人間もシステムの中に取り込んでいくべきである。

たとえば、Web サービスに関わる知能システムは、集合知あるいは社会知と呼ばれるふるまいによって高度化されることが期待される。それは、シンプルな原理を大規模な問題に適用するとき、原理を複雑化する代わりにユーザー自身にシステムの一部となって機能してもらおうことで、本当に必要な仕組みが何であるかを理解できるようになるからである。

オークションなどの社会的取引に知能システムが介在して、経済活動を正しく把握できるようになるだろう。それは、マスメディアの情報の公正性や政府の提案する政策の妥当性を評価するシステムに発展すると思われる。

知能システムが、個々の人間の知能を実現するものである必要は必ずしもないので、社会全体が知的にふるまえるような支援システムを実現することも重要な課題である。

Web コンテンツの自動要約や翻訳など、知能システムを適用すべき問題が多いが、社会知を積極的に用いるものはまだあまり多くはない。

これに関して、コンテンツの知的処理に社会知を適用する例として、ネットでコンテンツに対するメタデータを収集して利用する研究が行われている（たとえば、²⁾）。これは、コンテンツの理解に必要な文脈情報はコンテンツそのものからは必ずしも得られないため、人間の判断を文脈情報として利用するべきであるという考えに基づいている。このように人間の力を借りることは、決して、自動処理の困難な問題を安易に解決しようということではない。社会知によって、従来の自動処理の限界を超えるための重要なステップである。

2.3 マテリアル（物質性、道具性）

知能システムは主にソフトウェアによって実現されるが、人間をシステムの中にうまく取り込んでいくためには、少なくともそのユーザーインタフェースに物理的実体を持たせるのがよいと思われる。

無論、すでに実在する物理的デバイスに知能システムそのものあるいはそのユーザーインタフェースを組み込むことで十分な場合もあるが、物理的実体も含めて研究対象した方が都

合がよい場合もある。

たとえば、われわれが研究開発を行っている個人用知的移動体では、人間が乗り込むタイプの新しい物理的インタフェースを実現し、移動に関する知的なふるまいについての仮説検証を行っている³⁾。それは、自律ロボットの実環境への埋め込みに有効であるとされたサブサンクション・アーキテクチャ⁴⁾が、人間と一体化した自律的移動機械においても有効（若干の拡張は行うが）である、という仮説である。ただし、人間の判断を機械が完全に置き換えることはできないという考えから、自律ロボットの制御とは若干異なる仕組みを実装して実験している。

また、知能システムそのものに関する研究と同様に、人間が知能システムを使いこなすスキルに関する研究が必要であると考え。知能システムが、日常的な道具として実現され、多くの人に使ってもらえる状況になったとしても、それを十分に使いこなすためのスキルを身につける仕組みがなければ、利用と改善のサイクルが回っていかないだろう。

社会知を利用したシステムのように、ユーザーをシステムの中に積極的に取り込んでいくためには、ユーザーがそのシステムを使う状況や目的と、システムがユーザーに期待している行為（携帯することや文脈情報の入力など）にわかりやすい関係（外出先で利用するために携帯する、など）がある必要がある。

たとえば、GPS 内蔵のスマートフォンで現在位置周辺の施設を検索するとき、測位精度を上げるためにランドマークとなる建築物を写真に撮って示す行為や、健康管理のために加速度センサーを内蔵したデバイスを身に付けて歩く行為など、目的と行為の関係がよくわかる場合はユーザーは自然に知能システムの一部になってくれるだろう。

いずれにしても、知能システムが人々が日常的に使いこなす道具に適切に埋め込まれて、その道具には、ユーザーがある状況で自然に使いこなせるような一種のアフォーダンスがあり、ユーザーの行為とその結果が直感的に結び付くものであるべきだろう。

最近では、脳機能の画像診断技術の一種として利用されている近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy: NIRS) を用いた携帯型の酸素モニター装置が実用化されている。これは、装着者の運動や移動を制限せず、日常的な環境での計測を可能にしている。従来脳機能検査技術を用いた研究は、さまざまな制約条件のために、室内において特定の個人の認知機能の研究や診断に限って用いられてきたが、今後は誰もが、いつでも、どこでも、脳の賦活状態を参照できる可能性がある。

知能の原理の仮説検証には、人間行動ならびに脳機能の観測が日常的に行えることの利点は大きい。今後、物理的実体を含めて知能システムを設計する必然性が高まると思われる。

3. 展 望

本稿で述べた3つの観点を考慮した知能システムが研究開発されるようになり、どのような仮説がどのような仕組みで検証されているか、あるいはされつつあるか、ということが本研究会で活発に発表され、議論されるようになると、知能に関する研究分野は確実に発展すると思う。

研究会を企画・運営する側としては、研究発表の場が、研究分野にどのような貢献をして、次の世代の研究者たちに何を残していけるかについて、常に考えていくべきだと思っている。

われわれの試みがうまくいったとしたら、知能の原理に関して十分な仮説検証を行った事例が蓄積されるだろう。そうなったら、その原理が特定の事例を超えて適用可能であることを、さまざまな分野で試そうとする人が現れるだろう。そのような人が、新たな発見や発明をして産業を活性化させていくことになれば、研究成果が何に利用されて、どのように社会に還元されていったのか、多くの人が認識できるようになるだろう。

参 考 文 献

- 1) Katashi Nagao, Katsuhiko Kaji, Daisuke Yamamoto, and Hironori Tomobe: Discussion Mining: Annotation-Based Knowledge Discovery from Real World Activities, Proc. of Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM 2004), Tokyo, Japan, pp.522-531, 2004.
- 2) Daisuke Yamamoto, Tomoki Masuda, Shigeki Ohira, and Katashi Nagao: Video Scene Annotation Based on Web Social Activities. IEEE MultiMedia, Vol.15, No.3, pp.22-32, 2008.
- 3) 井上泰佑, 渡邊 賢, 長尾 確: 小型無人移動体による障害物の探索と個人用知的移動体との連携, 第161回 情報処理学会 知能システム研究会, 2010.
- 4) Rodney A. Brooks: A Robust Layered Control System for a Mobile Robot, IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol.2, No.1, 1986.