

コグニティブ・コンピューティングの時代



IBM Research
Vice President, Cognitive Computing
Dr. Guruduth Banavar

過去10年間に大量の新しいデータが利用可能になりました。そして、新しい機械学習のテクノロジーが開発されたことにより、新しいタイプのコンピューティング・システムが生まれています。これらのコグニティブ・システムはデータから学習し、人間と自然な対話を交わして、人間やマシンが独力で言うよりも複雑な作業をうまくこなします。つまり、コグニティブ・システムは、複雑なビッグデータを洞察して、各自が最も適切に行動できるよう支援してくれます。これにより、あらゆる業界が良い方向に変化できると私たちは考えています。

はじめに

人工知能 (AI: Artificial Intelligence) には、1950年代までさかのぼる豊かな歴史があります。数十年にわたってAI研究者の脳裏を占めてきたのは、人間を模範とするチューリング・マシンを作りたいという願望でした[1]。しかし、人間は複雑であり、また初期の取り組みの限界から、第1世代のAIテクノロジーの成功は、特定の作業で人間を支援するロボットなど、いくつかの専門的な用途に限られました[2][3]。

過去10年間で、従来型の構造化データの量は、ソーシャル・ネットワーク、ストリーミング・データ、オンライン出版から生じる新しい種類の非構造化データや物質世界のセンサーが生み出す膨大なデータの量に追い越されています。こうしたデータの急激な増加は今後も続きます。このような大量のデータから埋もれている洞察を見いだすことは、ビジネスと社会に価値を生み、過去に例を見ない機会をもたらします。実際、データは最も貴重な「資源」の一つとなっており、その進化のペースは加速しています。ビジネスや社会の将来の道筋は、データが決めることになるのです[4]。

コグニティブ・システム

ビッグデータは、量は豊富にあっても、ノイズが多く信頼できないとされています。こうした構造化されていないビッグデータから洞察を引き出すために、新たなツールが開発されています。これらのツールでは、これまでのクリーンな構造化データの活用を促進するのと同じ手法(手動で指定するルール・ベースの記号計算など)は使用されていません。こうした新しいツールでは、機械学習と呼ばれる自動化の進んだ統計的パターン・マッチング手法が使用されています。この手法はこの10年間で発達したものです。この新たな手法は、明示的にプログラミングするのではなく、ビッグデータのパターンから効果的に学習する新しいタイプのシステムを生んでいます。さらに、このようなシステムは、自然言語(構造化されていないテキスト・データ)、音声(構造化されていないオーディオ・データ)、視覚(構造化されていないビデオ・データ)などのモダリティーを通じて、人間の言葉で人と自然に対話できます。

学習して人と自然に対話する、この新しいタイプのシステムを「コグニティブ・システム」と呼び

ます。IBM Watsonは、さまざまな分野における学習と自然な対話が可能なコグニティブ・システムのファミリーです。最初のWatsonは、テレビのクイズ番組「Jeopardy!」の公開試合で証明されたように、事実と見なされている事柄に関する質問に、その分野屈指の専門家と同じくらい正しく回答できました(図1)。その後Watsonは、他のタイプの質問(文章の一節による回答を要求)や他の分野(医療、保険、教育など)の質問にも答えられるようになりました。さらに、Watsonファミリーの他のコグニティブ・システムは、質問応答を超えて、ビッグデータ(科学文献の巨大な宝庫など)に隠された洞察の発見を支援し、議題の裏付けや反論の証拠を示し、テキスト・データだけでなくイメージやビデオも使用しています。

数年後には、コグニティブ・システムは複雑な作業を効率的に実行できるよう私たちを支援することになります。その対象は、医療から教育、ビジネス戦略までほとんどすべての分野に及びます。あらゆる分野のナレッジ・ワーカーは、膨大なデータの洞察と解釈、複雑な問題の解決、新しいアイデアの創出を支援するツール(コグニティブ・アシスタント)を持つことになります。例えば、医師はコグニティブ・システムを使用して、個人のゲノムに関する情報をその患者の病歴や、膨大な実験的研究に結びつけて、最終的には診断の向上やより良い治療方法の適用につなげることができます。教育関係者は、学生のニーズや目的と内容を結びつけることで学習を促進できます。これは、今日のアらかじめ用意された、画一的な仕組みとは対照をなすものです。ビジネス・リーダーは、特定の市場内における需要パターン、製品の受け入れ、競争の差別化要因などの洞察を引きだして、情報に基づいて戦術的/戦略的な決定を下すことができます。

知識を必要とするほとんどの職業に対して同様の主張を展開できますが、以降の項では上記の三つの例について詳しく説明します。コンピューティング・システムが人間を模倣した従来型のAIとは異なり、コグニティブ・コンピューティングは知性の増大(IA: Intelligence Augmentation)を目的とします。IAにおけるコンピューティング・



図1. 2011年の「Jeopardy!」の公開試合

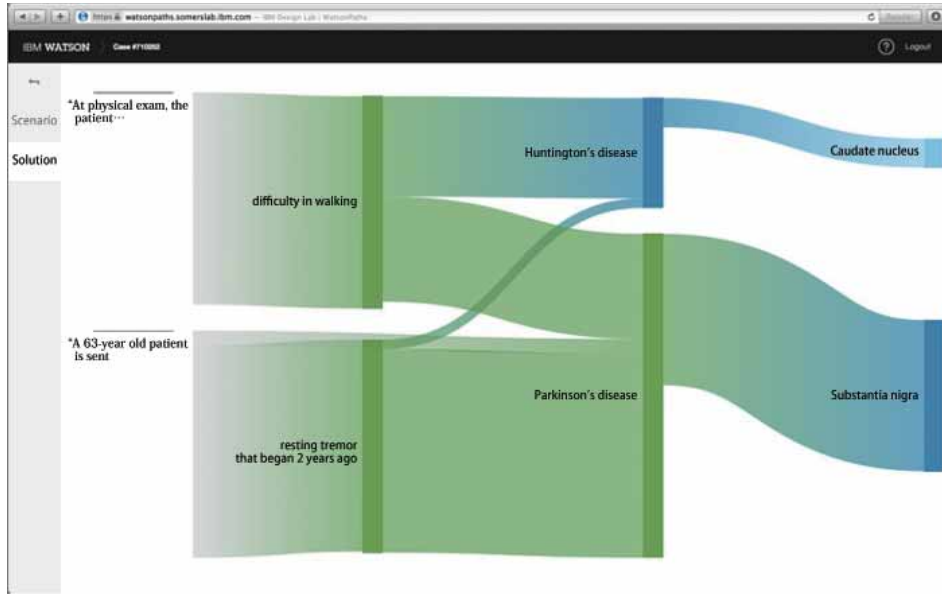
システムは、人間を補完し、あらゆる分野で複雑な作業をより効率的に実行できるよう支援します。

マクロ経済学の観点から言えば、コグニティブ・システムは、現代のサービスを基本とする経済による生産高の大部分を占め、その割合をさらに増やしているナレッジ・ワーカーに影響を与えます。知識ベースの専門家を雇用する企業の価値を決めるのは、従来のように製造効率やサービス提供ではありません。これらの専門家がコグニティブ・システムを利用してビッグデータに隠された洞察をいかに引きだすかによって決まるのです。

〈医療のコグニティブ・システム〉

コグニティブ・アシスタントは医師の診断を支援し、個々の患者の治療方法を改善します。現在のコグニティブ・システムのプロトタイプで可能な事例を以下に示します。

- 患者の症例記述を理解し、その症例に関する膨大な文献の中から関連箇所を特定し、文献が示唆する診断の選択肢と治療方法を提示します(図2)。
- 患者の病歴を理解し、類似した他の患者を特定して、同様の患者グループに対するさまざまな治療による効果を医師が認識できるよう支援します。
- レントゲン写真、超音波、MRIなどの複数の診断法による患者の検査結果を理解し、放射線専門医による精密検査を必要とする異常な状態を正常な状態と対比して識別します[5]。
- 異常サンプルの深遠なゲノム変異体を理解し、異常サンプルのタンパク質経路に影響を与えることが文献で知られている、利用可能な薬を特定します。さらに、情報の価値が高いときは、患者固有の高度なモデルにより、重要な洞察を比較的短時間で提



Watson Pathsアプリケーションは、あらゆる関連データの分析に基づいて、患者の症状と想定される診断を結びつけます。

図2. Watson Pathsアプリケーション

供することもできます。そう遠くない将来には、薬や運動などの刺激に対する人間の反応を個人レベルでリアルタイムに予測するシステムが実現します。

〈教育のコグニティブ・システム〉

コグニティブ・アシスタントは、教育関係者が個々の学生に最適化した個人別の学習プログラムを作成・実施するのを支援します。

過去数十年（ことによると数百年）にわたる教育システムの基本原則は、コースの目的に沿って、教師があらかじめ決めた一定の内容を学生に教えることでした。学生はその授業内容を学習し、コースの内容を正しく習得しているかを示すためにテストを受けて自分の知識を証明します。このモデルの場合、学生の実際の学習に対する評価とフィードバックは、テストのときしか得られません。学生の能力、提供方法、学習環境の間にミスマッチが生じていても、すばやく対処して問題を解決することはできません。

経済的および地理的な理由により、良い教育を受ける機会は限られています。そのため、大規模公開オンライン講座（MOOC）が作成され、インターネット接続が可能なすべての学生に提供されています。このようなシステムの提供を通じて収集されたデータは、学生の取り組みと講座内容の学習方法に関する新たな洞察をもたらしていま

す。このように、教育システムが学生について学習し、個人別に設定した教育提供モデルを生みだすときを迎えています。学生の学習期間を反映した学位や修了証書の代わりに、学生の実際の知識を真に評価することも可能になります。教師の役割は、個人の能力に基づいて知識を発見して、理解のプロセスをたどるよう学生を導くメンタリングへと変化します。

大学での通常の学習期間が終了しても、教育システムは学生と関わり続けることができるので、その後の学習をやめる必要はありません。これにより、個人別にカスタマイズされた「生涯学習」という大きな目標を実現するための実際的な手段が得られることとなります。

〈ビジネスのコグニティブ・システム〉

企業幹部が日々行う複雑な意思決定を支援する、役員室のコグニティブ・システムを想像してみてください。このような役員室を支えているのは、マーケティング効果、販売活動、従業員エンゲージメントといった企業の重要業績評価指標を評価して、それに関する意思決定を支援するいくつかのコグニティブ・アシスタントです。これらのコグニティブ・エージェントは、直接的にも間接的にもさまざまな達成目標に影響する要因を企業幹部が検討し、協力して特定の成果が得られるよう

にします。コグニティブ・エージェントは人間の要求を理解し、関連するデータと状況を踏まえて回答します。コグニティブ・エージェントは、人間およびエージェント自身と対話して、仮説の立案、裏付けとなる証拠や反対証拠の収集、人間の行動への勧告を行うことができます。

モデル化とデータ探索のこうした進歩は、コグニティブ・システムが膨大なビジネス関連データを用いて獲得した偏見のない洞察に基づいて、業務遂行をリアルタイムで把握し、企業の新しい機会を常に模索する新たなエグゼクティブ像をもたらします。

脳にヒントを得た新しいアーキテクチャー

前述のコグニティブ・システムは、計算と記憶が分かれている従来のノイマン型コンピューティング・アーキテクチャーに基づいて構築することができます。さらに研究者は、脳を模倣した新しいタイプのアーキテクチャーを生みだしています。このアーキテクチャーでは計算と記憶が密接に関連し、さまざまな感覚入力（視覚、聴覚、触覚、味覚、嗅覚）で発生する膨大なデータが、ハイ・パフォーマンスかつ省電力の環境で処理されます。これを大規模に実施するには、哺乳類に匹敵する何十億ものニューロンと何兆個ものシナプスを必要とします（表1）。

最近、IBMの研究者によって、この斬新なシステムを設計することができました[6]。適切なコンピューティング・アーキテクチャー、ソフトウェア・プログラミング・パラダイム、アプリケーション開発環境を確保すれば、かつてない規模でコグニティブ・システムを構築できます。

表1. 代表的な哺乳類におけるニューロンとシナプス[6]

	マウス	ラット	ネコ	サル	ヒト
ニューロン (10億)	0.016	0.055	0.763	2	20
シナプス (兆)	0.128	0.442	6.10	16	200

まとめ

過去10年間で、データは貴重な「資源」となりました。個人と企業は、インターネットによって引き起こされるイベントの速度と範囲に対応するため、多くの情報を伝え有益な方法を支援してくれるマシンを必要としています。この支援は、適切な知識と認識を集めて、状況に即した洞察をタイムリーに引きだしてくれます。アイデアと意思決定の向上をもたらすこの洞察の「時間的価値」が、企業の将来性を左右します。コグニティブ・システムは、コンサルタント、デザイナー、ライター、弁護士、医師、エグゼクティブ、ビジネス・アナリスト、エンジニアなど、社会における知識ベースのさまざまな専門家の生産性と有効性を高めることができます。

工業時代やインターネット時代など、テクノロジーの新たな時代を迎えるたびに世界は大きな影響を受けています。生産性は向上し、職業は再定義され、新たな職業が生まれ、ある種の職業は時代遅れになります。コグニティブ・コンピューティングがそうした大きな影響を知識ベースの職業分野全体にもたらす可能性を秘めていることは疑いようがありません。これは、多くの分野におけるさまざまな発展の軌道に人々を乗せ、将来の世代に甚大な影響を及ぼします。知識ベースの職業が発展していく仕組みは根本的に再構築され、最も適切に行動する機会がすべての専門家に与えられます。

Special thanks to Dr. Peter Santhanam
Senior Manager,
Cognitive Software Engineering,
IBM Research

[参考文献]

- [1] R. Reddy, "To Dream the Possible Dream", Turing Award Lecture, Communications of the ACM, v.39, No. 5, pp. 105-112 (1996).
- [2] R. M. French, "Moving Beyond the Turing Test", Comm. ACM, v.55, No. 12, pp. 74-77 (2012).
- [3] H. Moravec, "Robots, After All", Comm. ACM, v.56, No. 10, pp. 91-97 (2013).
- [4] J. E. Kelly III and S. Hamm, "Smart Machines: IBM's Watson and the Era of Cognitive Computing", Columbia University Press (2013).
- [5] N. Savage, "Better Medicine through Machine Learning", Comm. ACM, v.55, No. 1, pp. 17-19 (2012).
- [6] D. S. Modha, et al., "Cognitive Computing", Comm. ACM, v.54, No. 8, pp. 62-71 (2011).