

特集「人間と相互理解できる次世代人工知能技術： 第1部『基盤技術編』」にあたって

麻生 英樹

(産業技術総合研究所)

市瀬 龍太郎

(国立情報学研究所, 産業技術総合研究所)

1. はじめに

2000年代に入って情報検索, 各種商取引, ユーザ発信型メディア, ソーシャルネットワークなど, インターネット上でのさまざまなサービスが急激に発展したことに伴い, そうしたサービスから生み出される大規模なデータに機械学習やデータマイニングの技術を適用して, 賢さの源泉である知識, すなわち, 対象世界のモデルを獲得することで性能を向上させた人工知能技術が, 社会のさまざまな場面で使われるようになっていく。

今後, IoT技術やロボット技術の発展によって, 利用可能なデータの種類や量がさらに拡大していくと考えられており, 人工知能技術の適用範囲も, インターネット上のサービスから実世界でのサービスへと広がり, データに基づいた資源利用のきめ細かいモニタリングと制御や遊休資源のシェアリング, などのより効率的で有効性の高い社会的資源の利活用と, 今までは不可能であった新しいサービスの創成によって, 社会全体を変革していくことが予想されている。

特に, 世界の中で超高齢化社会の先頭を走っている日本にとって, 知的情報処理技術によって社会的資源を有効活用することは重要な社会的課題であり, 日本政府も, 2016年1月22日に閣議決定された第5期の科学技術基本計画において, 世界に先駆けた「超スマート社会(Society 5.0)」の実現を掲げ[CSTI 16], 経済産業省も, さまざまなつながりによって新たな付加価値の創出や社会課題の解決がもたらす「Connected Industries」の概念を提唱するなど, 社会変革に向けた活動が進められている[METI 17]。

特に, 医療, ヘルスケア, 安心・安全, ものづくり, 自動車, などの実世界の産業・サービス分野は, 日本の社会の中に, 高度な知識をもつ熟練者や, 良質なデータを収集できる環境が存在しており, それらを活かすための, 実世界で人間と協働して社会的課題を解決できる人工知能技術やロボット技術の発展が期待されている。

しかしながら, インターネット上のサービスを大規模に展開する米国や中国のIT企業が, データとユースケースと研究開発人材を囲い込む形で急速に発展してきた現在の人工知能技術に対して, IoTデバイスなどによって実世界で得られるデータを用いて, ロボットなども含め

て実世界に働きかけ, 人間と協調して問題解決をするような人工知能技術の研究開発と社会実装はまだまだ緒に就いたばかりである。

この特集では, そうした, 実世界のサービスへの応用を志向した次世代の人工知能技術の研究開発について, 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が実施している「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」プロジェクトの成果を中心に解説している。対象とする分野が非常に幅広く多岐にわたるため, 全体を本号と次号の2回に分けて, 本号では, 基盤技術編として次世代人工知能のための基盤技術, 研究開発用の計算資源, データプラットフォームなどについて解説し, 次号では産業の生産性向上や日常生活の支援のためのロボット技術に関連する研究開発を取り上げる。

2. 特集全体の構成

以下では, 特集全体の構成と, それぞれの記事の全体の中での位置付けについて述べる。まず全体の最初に, NEDOの渡邊恒文プロジェクトマネージャに, 「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」プロジェクトの全体像と, その中での「人間と相互理解できる次世代人工知能技術の研究開発」の位置付けについて, プロジェクトマネジメントの観点からの特徴も含めて紹介していただいた。

(1) 先進的な要素機能とその応用

その次の3編および, 次号のAIを基盤としたロボットに関する10編の解説記事は, いずれも, 実世界での利用を想定した先進的な要素機能の研究開発と, その応用領域への適用事例に関するものである。

実世界志向の人工知能の要素技術を研究開発するためには, データを収集するためのサービスとの連携が不可欠であり, サービスの領域ごとに, そこで用いられるデータの性質や, 観測・モデル化・介入の方法が異なる。本特集では, 幅広いサービス領域の中から, 主に, 産業的な重要性と扱うデータの種類の考慮し, 日本の人工知能戦略も鑑みて, 「空間の移動の支援」, 「日常生活の支援」, 「ものづくりの生産性向上」, 「科学技術研究の加速」の四つの領域について, 次号も合わせて紹介する。

最初の記事では, 「空間の移動の支援」に関して, 産

業技術総合研究所の大西正輝氏らが、実環境での人流の計測とシミュレーションを組み合わせる大規模な人の移動を支援する技術について、社会的な応用事例を含めて解説している。計測技術、シミュレーション技術、機械学習技術を組み合わせ、実世界に介入する人工知能応用の典型的な事例として興味深い。

2編目の記事では、産業技術総合研究所の本村陽一氏らが、日常生活の中の現象を観測して、そのデータを用いてモデル化し、シミュレーションなどを行うことで、個人依存、状況依存の効果的な介入につなげる「生活現象モデリング」の技術開発について、開発された要素技術と、それを介護、子供の安全や保育、商取引などの現場に応用する事例を紹介している。

さらに、3編目の記事では、千葉工業大学の竹内彰一氏らが、人の動作の動画から人の動作を認識・理解する技術について解説している。この要素技術は、人と相互理解する人工知能に必須の能力として以前から研究されてきているが、近年特に、深層学習の発達によって可能性が広がっている。深層学習を適用するためには、大規模なデータセットが必要であるが、そうしたデータセットの構築状況と、それらを用いた動作認識、説明文生成や、動作に関する質問応答に関する研究の動向が述べられている。

4編目の記事では、科学技術研究の加速に関する研究開発に関する技術として、産業技術総合研究所の長野希美氏、豊田工業大学の三輪誠氏、国立情報学研究所の市瀬龍太郎氏、東京大学の坂田一郎氏らが、大規模な科学技術文献データから有用な情報や知識を抽出して、知識ベースを構築、維持管理する技術や、科学技術の動向を可視化して、科学技術に関する政策決定や、科学技術の研究開発を支援するための技術について解説している。

ここでも、深層学習によるブレークスルーが起こっており、文献から知識を抽出する技術としては、文献に記載されたイベント（例えば化学反応など）の情報を深層ニューラルネットワークで抽出することが行われているが、近年、さらに、BERT (Deep Bidirectional Transformers) などの大規模な学習済モデルによる単語や文章のベクトル空間への埋込みを使って性能を向上できることが明らかになりつつある。将来的には、実験ロボットによる実験やそこで得られるデータとの統合も期待される分野である。

(2) 計算基盤・データ処理基盤・アルゴリズム基盤

ここまでで紹介したような要素機能とそれを使ったシステムの基盤となる大規模なデータの機械学習による利活用のためには、大量の計算リソースが必要になる。また、学習に使うために、大規模なデータを管理して、学習に適した部分を高速に検索して抽出したり、ラベルを付けたりする必要もある。特に動画データなどは、容易にデータ量が増えるため、保存・管理するだけでも大変である。そこで、次世代人工知能の技術としては、AI

向けの計算基盤やデータ処理基盤のための技術の研究開発も非常に重要である。

5編目の記事では、産業技術総合研究所の小川宏高氏が、AI 向けの計算基盤の研究開発について紹介している。AI 計算資源については、本誌 2018 年 1 月号でも紹介されているが、ここでは、その後の 2018 年 8 月に稼働し始めた ABCI の事例を中心に、研究開発用としては世界トップレベルのスペックの詳細と、深層学習の学習速度の世界記録の樹立などの具体的な成果が紹介されている。

近年、個別の課題における学習用データの収集・整備コストをカバーするために、ImageNet のような大規模なデータで汎用の学習済モデルを構築し、それを少数のデータで個別課題にチューニングする、転移学習の技術が注目を集めている。その際に、品質の良い汎用学習済モデルをつくるためには、ABCI のような強力な計算資源が欠かせない。実際、自然言語処理における汎用学習済モデルの構築を、Google や Facebook, Microsoft といった大規模な計算機資源を有する組織以外においても可能にするためにも、ABCI のような AI 研究向けテストベッドのより一層の利活用が期待されている。

6編目は、産業技術総合研究所の金京淑氏らが、大規模な地理空間情報を扱うためのプラットフォームに必要とされる技術の研究開発について解説している。地理空間情報は、衛星からの画像や三次元の点群や動画などを含む実世界に関する大規模なデータの代表であり、その有効活用に関するニーズも高いことから、実世界で働く人工知能の主要な応用領域の一つでもある。1編目の大西氏の記事で紹介されている、人流の計測データや、シミュレーションデータを効率良く蓄積し、検索可能にする技術も紹介されている。

7編目は、現在の人工知能のアルゴリズム的な基盤である機械学習や確率モデリング技術を高度化する研究開発に関する解説である。大量の学習用データの利用を可能にする「スケーラブルな機械学習・確率モデリング」と、より複雑な学習課題への対応を可能にする「超複雑な機械学習・確率モデリング」、そして、深層学習を高度化する「深層表現学習方式」の三つに関するいくつかの話題について、最近の研究開発動向や事例を紹介している。

(3) 革新的・先端的な情報処理原理と方式の探求

最後の2編は、次世代の人工知能に関する最も基礎的な研究であり、新しいブレークスルーの芽となるような革新的・先端的な情報処理方式の探索に関するものである。そのためのアプローチとして、ここでは、二つの探索方向を取り上げている。一つ目は、大量のデータから学習するデータ駆動型の人工知能とオントロジーなどを用いて記述された知識を用いる知識駆動型の人工知能を統合する「データ・知識統合型人工知能」であり、もう一つは、脳に学ぶ「脳型人工知能」である。

8編目の記事は、「データ・知識統合型人工知能」に

関するもので、データ駆動の人工知能と知識駆動の人工知能を結び付けるための基盤となる、さまざまな種類のデータと自然言語テキストを結び付ける技術に関して、産業技術総合研究所人工知能研究センターの招聘研究員でもある東京大学の宮尾祐介氏を中心とする研究グループ(Perception and Language Understanding: PLU)による研究開発成果を中心とした、研究開発動向が紹介されている。

最後の記事は、ATR および京都大学の石井 信氏を始めとする7名の著者による、脳型人工知能技術の研究紹介である。現在の深層学習の中心にある畳込みネットワークは、大きな成功を収めているが、実際の脳の情報処理に比べると単純なものであり、脳から学べることはまだまだ多いと考えられる。その可能性の中でも、脳の情報処理の双方向性、すなわち、感覚入力からのボトムアップな情報処理と、脳内の情報表現からのトップダウンの情報処理が統合的に進行していることは、以前から注目されてきているが、深層学習の研究コミュニティでも、注意(attention)のメカニズムとして盛んに研究されるようになっており、学習の効率化や精度向上に寄与していると考えられる。記事の中では、視覚情報の処理と運動制御のための情報処理の両面について双方向の情報処理をベイズ的な枠組みの中で定式化する研究や、実世界で俊敏に動作するロボットの高速な学習への応用などが紹介されている。

それに加えて、より挑戦的な情報処理の仕組みの探求として、東京大学の國吉氏らによる、全脳規模の大規模なスパイクニューラルネットワークを用いた情報処理方式や、九州工業大学の森江氏らによる、アナログ時分割方式を用いた超低消費電力を海馬や扁桃体なども含む情報処理に適用する研究についても触れられている。

3. おわりに

以上のように、本特集では、実世界で人と相互理解して協働することを志向した、次世代の人工知能技術の研究開発動向について、基礎技術から特定の応用領域にターゲットにした技術まで幅広く紹介している。紹介した技術の一部は、産業技術総合研究所人工知能研

究センターのホームページでも紹介され[AIRC], 公開されているソフトウェアモジュールや学習用データにアクセスすることができる。また、NEDO「次世代人工知能・ロボット中核技術開発」プロジェクトの全体については、本号の渡邊氏の記事およびプロジェクトのホームページ[NEDO 19], 紹介ハンドブック[NEDO 18]も参照されたい。

日本が直面している高齢化社会などの社会問題を解決するために、人工知能技術やロボット技術によるスマート社会、いわゆる Society 5.0 の実現に向けて、研究開発が行われているが、これはまた、世界における技術開発のトレンドにもなっており、世界各国で、人工知能技術に関する研究開発戦略が策定され、研究拠点が構築されている[IPA 18, JETRO 19]。人工知能技術がさまざまな実社会のサービスに浸透し、社会を変革していくためにはまだまだ息の長い取り組みが必要であり、今後も、継続的に要素技術と応用技術の研究開発と、社会制度の整備などを行っていくことが求められる。本特集で紹介されている技術が具体的な社会実装に結び付いていくとともに、日本における人工知能研究の方向を検討するための一助となれば幸いである。執筆いただいた皆様に感謝いたします。

◇ 参考文献 ◇

- [AIRC] 産総研人工知能研究センター HP「研究開発成果」:
<https://www.airc.aist.go.jp/achievements/ja/>
- [CSTI 16] 内閣府総合科学技術・イノベーション会議:「科学技術基本計画」(2016)
- [JETRO 19] JETRO 地域・分析レポート「特集:AIを活用せよ! 欧州の取組みと企業動向」:
<https://www.jetro.go.jp/biz/areareports/special/2019/0502.html> (2019)
- [IPA 18] 独立行政法人情報処理推進機構 AI 白書編集委員会: AI 白書 2019 (2018)
- [METI 17] 経済産業省: Connected Industries, https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/connected_industries/ (2017)
- [NEDO 18] NEDO 次世代人工知能・ロボット中核技術開発紹介ハンドブック(2018年度版): https://www.nedo.go.jp/library/pamphlets/ZZ_pamphlets_00009
- [NEDO 19] NEDO 次世代人工知能・ロボット中核技術開発ホームページ: https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP_100106.html (2019)