

学生フォーラム

第92回 Nicholas Guttenberg 氏インタビュー 「物理学、機械学習、人工知能」

今回の学生フォーラムでは、Nicholas Guttenberg 氏にお話をうかがった。Nicholas Guttenberg 氏は2009年にイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校で物理学の博士号を取得し、現在は株式会社アラヤでデータサイエンスマネージャを務める。また、東京工業大学地球生命研究所 (ELSI) の連携研究者としても活動している。このインタビューでは、Guttenberg 氏がこれまで物理学の分野で活動していたことから、物理学での研究と機械学習分野での研究がいかんして関連するかをうかがった。さらに、近未来における AI についても話題が及んだのでこちらも紹介したい。

1. 物理学と機械学習

—はじめに、ご自身のこれまでのキャリアを形づくるうえでどのような選択や決断があったのかを教えてくださいませんか？

まず、私がいま機械学習の研究に取り組んでいるのは、ほとんどただの幸運といってよいでしょう。最初からこれをやろうと思っていたわけではないのです。

高校生のときに重力シミュレーションをつくったりして遊んでいたのですが、それがきっかけでいろいろな疑問をもつようになったのだと思います。物理学を学べばそれらの疑問の答えを得られるのではないかと思い、物理学科に入ることにしました。ただ、1年間は米国の大学にいましたが、それからカナダのマギル大学に移りました。というのも、米国の大学では自分の興味から外れた一般科目を長い時間をかけて取らなくてはならなかったからです。学部生の最後の頃には、イジングモデルやモンテカルロシミュレーションに関する研究プロジェクトに参加しました。大学院では、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校で超伝導体中の渦の解析や、遺伝的アルゴリズムやダイナミクスの複雑性の解析などに取り組みました。その後、シカゴ大学とオレゴン大学でポスドクとしてしばらく研究していました。

ところがあるとき、大学教員になった同年代の人々が事務仕事や予算獲得のための仕事に忙殺されているのを見て、もうアカデミアを去ろうと思ったのです。何か仕事を見つけようと思ったのですが、当時の私はアカデミアでの経験しかありませんでしたから、たくさん応募して一つだけ面接にこぎつけるのがやっとといった具合でした。それで自分の専門性を具体的にアピールする方法

が必要だと考えて、Kaggle^{*1}のコンペティションに参加し始めました。

—Kaggleのコンペティションに参加して特に何が得られましたか？

まず基本的に、Kaggleで良い成績を残せば雇い主の目に留まりますよね。それに、私にとって特に重要だったのは、Kaggleのコンペティションに参加することで「すべてを自分でやるべき」という考え方から脱却できたことだと思います。それまでは、研究の中で自分達のプロジェクトを自分達だけで完結させようとしがちなところがあって、そのせいで例えばコードをフルスクラッチで書いていました。しかし、機械学習のコミュニティはそうではない。他の人がつくったものを多くの人が活用していることを知ったのです。例えば、scikit-learn^{*2}には巨大なコミュニティの貢献でつくられた大量の実装が入っていて、自分でそれを実装し直すのはだいたいむだですよ。

最初に参加したコンペティションの結果は散々でした。2回目では皆が使っているベンチマークをよく見るようにしたのですが、成績がかなり良くなりました。その後何回か他の人のコードを読んでどう動いているのか理解するというのを繰り返したら、スコアをどんどん上げることができました。Kaggleのコンペティションは、機械学習のスキルを得るうえでとても手軽で良いトレーニングだと思います。1年かそこらでスピードについていけるようになりますよ。

Kaggleはほとんど趣味としてやっていましたが、仕事はやはり必要でした。そのときELSIでの研究職のポジションを知り、機械学習の研究や開発に多くの時間をさけそうだったので結局ELSIに来ました。その1年後くらいでしょうか、金井良太さん(株式会社アラヤ代表取締役)とあるプロジェクトについて話していて、私はKaggleについて何か説明したのを覚えています。その会話がきっかけで私もアラヤに入ることになったのですが、そのチャンスがあるとは最初は全然気が付いていませんでした。ただ、とにかく非常に良い機会だと思いましたから、その話を受けてそれからはアラヤにいます。

—大学では物理学の研究をして現在はアラヤで機械学習の研究をしているとのことですが、機械学習の研究をするうえで物理学という背景をもっていることの利点は何でしょうか？

*1 予測やデータ分析などのコンペティションのプラットフォーム。

*2 多くの機械学習アルゴリズムの実装を含む、Python 言語のライブラリ。

まず、物理学という背景があれば機械学習の問題に取り組むための強力な考え方が得られると思います。例えば、画像に対してなぜ畳み込みニューラルネットワークを使うべきなのかは「不変性」という概念で説明できます。全結合のネットワークは画像の全ピクセルを独立に扱うけれど、畳み込みネットワークは画像が平行移動に対して不変であるという事実を織り込んでいるわけですよね。または、点群データをもとに物体認識をしたい場合には、点の順番に関する不変性が考えられていなければなりません。物理学の視点から見ると、これらは単に不変性という大きな考え方の例に過ぎません。こういうものの考え方ができると、新しい技術を素早く理解する助けになると思います。

——では逆に、最先端の機械学習の技術が物理学などの研究分野でさらに活用されるためにはどうすればよいのでしょうか？

そのあたりは、個人的には今年くらいから面白くなっていくところだと思っています。昨年までにアテンション機構をもつニューラルネットワークがいろいろと提案されましたが、そういうネットワークは、一般に単純なネットワークよりも何が起きているか解釈しやすいです。または、Grad-CAM [Selvaraju 17] のように特徴量の重要性を可視化するための手法も動作の理解に役立つでしょう。このような手法はまだ新しいもので多くの人に直感的によく理解されるには至っていません。しかし、こういう手法をもっといろいろな場面で使うようにしていけば、これから先だんだんと理解が深まっていくはずで、そうすれば機械学習による結果の意味を議論するのも自然なことになっていくでしょう。慣れるのに時間が必要なだけです。

——しかし、長くかかるのではないですか。

数年程度ではないでしょうか。他の科学の分野ではコミュニティに慣れるのに5年も10年もかかってしまうことがあります。機械学習のコミュニティでは割とすぐにスピードに追い付くことができると思います。

少なくとも必要なのは、機械学習のような新しい方法を使うというリスクをとる決断を多くの人にしてもらうことです。ある問題に対して例えばニューラルネットを使うのは必ず誰かが最初の一人になりますが、査読者にはたいてい「どうやってちゃんと動いているか判断するのか」とか「再現性はあるのか」とかいわれるわけです。ただこれも、今では産業的・商業的な場面でも機械学習の素晴らしい応用がいろいろありますから、以前よりは多くの人が機械学習を使うことにチャレンジしてくれると思います。機械学習の専門家との共同研究ができれば、リスクをさらに減らすこともできます。

2. 近未来の人工知能

——ここまでは物理学と機械学習とのつながりについてうかがってきました。人工知能という観点ではどうい

う研究に取り組んでいるのか教えてください。

基本的には、神経学的なメカニズムというよりはむしろ認知的なメカニズムに基づいた構造について研究しています。例えば、自発性やモチベーションについての研究では、自発的に動く自動ロボットをどうやってつくるかを考えています。内発的モチベーションなどの分野についていろいろ調べ、自発的に動くエージェントをつくるためにどう応用できるかだったり、どのような現象が創発されるかだったり研究しています。

もう一つの研究テーマは、反事実的推論のできるモデルをつくることです。例えば、敵対的学習による生成モデルをうまく使えば、仮想的な未来にアクセス可能なエージェントをつくらせてその動作を決定することができるかもしれません。私達はそのようにして反事実的推論をするためのモデルをつくらせて、サッカーをプレイするなどのタスクに適用してみています。

個人的にはアテンション機構、言語、そして汎化の組合せに興味があります。あるプロジェクトでは、複数のエージェントがエージェント自身のつくり出した言語を用いて問題の解き方に関して情報交換するようなモデルをつくりました。このプロジェクトには副産物もありました。他のエージェントに情報を渡すための手続きが、ワンショット学習の性能向上に役立ったのです。そのようなワンショット学習を使って、現在はロボット制御での応用に目を向けています。例えば、シミュレーション環境で学習したモデルをもとにして、なるべく少ないデータで実環境のロボットのモデルをつくりたいという動機があります。

——人工知能という観点からもう一つお聞きしたいのが、人工知能関連でこれから何が起るかということです。例えば「技術的特異点」の危険性みたいなことを言う人もいますが、どう思いますか。

最近行われたAI Race Avoidance Workshop [Rosa 18] では、人工知能関連の技術開発の競争が激しくなっていくことによる現実的な危険性についての議論がありました。議論の中で、技術が社会に存在するステレオタイプやバイアスにとらわれてしまうことによる危険性が指摘されました。例えば、何かを予測するモデルはバイアスにとらわれてしまうどころか、そのバイアスを助長しかねません。その他にも今まさに発生しようとしている危険性がいくつもあって、私達はそれを短期的リスクと呼んでいました。

長期的リスクについても議論が及びました。議論の一つのポイントは、研究者がつくり出した「スーパー人工知能」が世界を征服してしまう、といったような話をいま真剣に憂慮する必要があるかどうか、という点でした。私自身は、それは1960年代とかそれ以前からSF的な想像をもとに語られてきたお話にすぎないと思います。というのも、60年代の人々が取り組んできた人工知能というものと、現代の人工知能研究はだいぶ異なったも

のだからです。現代の人工知能に関して言えば「スーパー人工知能」が生まれると思う理由はないはずですが、なぜなら、多くの結果が示すところによると、現代の人工知能の性能にはデータ量に対するスケール則が存在するからです。

この世界と相互作用しながら行動する人工知能を考えてみてください。もしそれが世界から情報を何も受け取らないのであれば、世界についてのすべての知識をもっていない限りは性能に何らかの限界が存在するでしょう。しかしもちろん、私達はそんな知識をもっておりませんし、もっていたとしてもそれを人工知能に埋め込むのは限りなく難しい。また、現代で主流の人工知能は世界についての知識を自分自身だけで演繹していけるような論理エンジンではありません。ですから、人工知能は必要な知識を世界との相互作用を通じて獲得しなければならず、データの量や獲得できる速度はこの世界の在り方に律速されることとなります。統計モデリングに基づくような手法でも、データ量が性能のボトルネックであるはずですが。

もちろん、人間の能力を超えた性能の人工知能というもの自体は実現可能であって、実際いくつかの例があります。ただ、人工知能の誤った使い方によって起こり得る短期的な危険性が実際にある以上は、「人工知能が世界を征服する」みたいな話を今心配し過ぎるのはあまり建設的なことではないと思います。人工知能がさまざまな場面で活用されていくにつれて、主な課題はむしろ社会の側をどのように作りあげていくかということでしょう。

3. 学生へのメッセージ

——最後に、学生へのアドバイスやメッセージをいただけますか。

大事なものは、取り組むことに情熱的であること、そして興味をもって専門性を磨ける対象をもっておくことです。講義を受けたり宿題をこなしたりするだけではなく、その外にも出て行くことが非常に速く進んでいく分野についていくためには重要です。私自身のキャリアでも、幸運にもアラヤで働くことになったことを始めとして多くのことが、いろいろな人と損得を考えずに交流して議論してきたおかげだと思います。特に、普段はあまり関わりのない人と議論するのは大切です。多くの場合は何ということのない結果に終わるとは思いますが、ときどきは意義深い、それも極めて重要な成果が得られるはずですが。

——ありがとうございました。

◇ 参 考 文 献 ◇

[Rosa 18] Rosa, M., Afanasjeva, O. and Millership, W.: *Report from the AI Race Avoidance Workshop*, <https://medium.com/ai-roadmap-institute/re-port-from-the-ai-race-avoidance-workshop-bd631b2bbb2c> (Medium, 2018年2月28日アクセス)

[Selvaraju 17] Selvaraju, R. R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D. and Batra, D.: Grad-CAM: Visual explanations from deep networks via gradi-ent-based localization, *Proc. 2017 IEEE Int. Conf. on Computer Vision*, pp. 618-626 (2017)

[武石 直也 (東京大学), 佐久間 洋司 (大阪大学)]