

7 近未来を予測できる世界, Ability-aware な世界



井上創造 | 九州工業大学／理化学研究所／ユビキタスコンピューティングシステム研究会 (UBI)

ほぼ 30 年前ごろには、1989 年にベルリンの壁が崩壊し、1990 年に WWW が公開されたが、私が何をしていたかと言えば、私は高校生で、N88BASISIC しか知らなかった。

そのときの特集「30 年後の情報処理」¹⁾を読むと、応用指向の記事が、現在を的確に予測できていた傾向にあるように感じた。特に、松下温氏は、IC カード、50 インチのフラットディスプレイ、電子書籍、掃除ロボット、と、現在の技術や生活にほとんど実現されていて、その的中の度合いに、大変驚いた（私は N88BASISIC しか知らなかったのに、である！）。

だから、私もそれに習い、応用指向の予測をしながら、少しだけ基礎技術の予測を織り交ぜてみようと思う。

近未来を予測できる世界, そして統計的仮説検定の終焉

現在の機械学習は、なにかを入力したらなにかを出力する写像（あるいは状態機械、あるいは機械学習モデル）を、事例から学ぶ技術である。現在を入力として、近未来を出力する写像を学習すれば、少し先の未来を予測することも原理的には可能である。

たとえば、オンラインである商品を買った人が別に買う物の予測、スーパーにいる人の購入物や購入タイミングの予測、高齢者の転倒可能性の予測、農作物の収量の予測などは、今でもさかんに研究されている技術である。

ただ、現在はまだ問題があり、まだ万能の方法に

なっていない。そのボトルネックは、可能性のある要因（入力変数）に対して学習に使えるサンプル数が少なく、次元の呪いに対応できず、すぐに過学習してしまう問題である。これまでに機械学習モデルの汎化の問題として、理論研究は多く行われてきたが、今後の 30 年間で、システムの、社会的な解が出てくると予測する。

学習データが時を経て蓄積されるであろうことがその 1 つだが、ほかにも、システムやデータが社会で徐々につながっていき、データまたは写像（機械学習モデル）を活用してまた新しい写像が学習されるような、いわば社会の副交感神経系が組織されるのではないだろうか。もしかしたらその中で、複雑系理論のような新たな理論が発見され、ブレークスルーがあるかもしれない。

このようなブレークスルーによって、たとえば街を歩いていて街角から人が飛び出してくるかどうかわ、高齢者が転倒するかどうかわ、家族と会話していて数秒後に妻が痙攣を起こすかどうか、台風が今年はいくつできそうかといった幅広い予測が可能になるはずだ。

そのブレークスルーの中では「この人の場合」、「このシステムの場合」のように、個人に特化したり環境を限定したりして、予測の高精度化が図られることが考えられる。

しかし、そのような個々の成果が得られても、これまでの情報処理の学術的な論文においては「汎用性がない」として切り捨てられることになる。だが、萩谷昌己氏が 30 年前に書いたとおり情報技術

が、「サフィックス学問（他の学問を支え、〇〇情報学のように他の学問の名前の一部になるような学問）」分野とするならば、これからは、このような情報分野から見ると同鉄研究であっても、きちんと評価しアーカイブしていくような取り組みは必要なのではないか。応用分野では重要な結果ということもあり得る。

そして応用分野では、伝統ある統計的仮説検定が行われていることが多いが、これも 30 年後には廃れていると思う。統計的仮説検定についてはすでに上記のような、状況を限定した研究においては、社会を母集団として一様にサンプリングする仮定はなじまない。ペイズ的な立場からの、かつ計算機になじみやすい評価体系が発明され、支持を得るのだと思う。

Ability-aware な世界

人間拡張（Human Augmentation）と言われるようになってきた。Wikipedia によれば、人間拡張とは「情報技術やロボット技術などを用いて人間の能力を拡張・増大させること」をいう。ここでこの「能力（Ability）」という言葉には、身体的か情報的か、あるいは客観か主観かという側面に分けて考えてみると、表-1 のような性質がある。

表では、客観的／主観的側面から、関連語、身体的な Ability、情報的な Ability を私なりに比較し

てみた。人間拡張の研究としては、視覚や身体操作といった身体的能力を拡張する話が目立ってしまうが、情報的な能力に関しては、この 30 年間の情報技術の進展により、すでになりに色々なことができるようになってきている。たとえば、インターネットの発展により、地球の裏側とでも共同研究を進めることはできるし、バーチャルリアリティで仮想旅行をすることだってできる。

しかし、客観と主観の違いについては、実は情報的な Ability の方が、差が大きいと思う。たとえばプログラミングは本当は少し学べばできるはずなのに、苦手意識が働いてできないと思い込む。逆に、誰かに教えてもらえればすぐに解決するのに、自分でできると思い込んで学習に無用な時間をかけるといったことである。

これからの情報処理技術は、個人個人の Ability を、客観と主観の間、または個人と個人、個人とコミュニティの間をうまく取り持つような技術が発展していくと予想する。具体的には、

1. 初心者と上級者で UI を自動的に変更するシステム
2. 子供と成人と高齢者で情報提示方法が異なるシステム
3. 本人のスキルレベルによって指導方法を変えるスポーツトレーニングアプリ
4. 本人のやる気や気分によって介入方法が異なる予防医療アプリ

■表-1 能力（Ability）の各側面

	客観的側面	主観的側面 →観測が難しい
関連語	●専門スキル ●問題解決能力 ●生産性 ●効率	●自己効力感 ●動機付け ●生産性（客観にもあるが） ●創造性 ●生きがい
身体的 Ability	●物理制約に縛られる ●リアルタイム性が重視	●客観との違いが少ない
情報的 Ability	●物理制約に縛られない ●リアルタイム性は必ずしも重要ではない ●情報技術によりすでに多くのことができるようになった	●客観との違いが大きい ●できるはずなのに自身は知らないことも ●個人・世代に応じたデザインの重要性

5. 本人の自己効力感を考慮した教育システム
 6. 本人の疲労を考慮した安全運転支援システム
 7. 本人の得意なやり方に応じた認証システム
- のようなものは30年を待たずに実現するのではないだろうか。

これからは機械が社会から学ぶ機械学習ではなく、人間や社会が機械から学ぶ、逆学習が重要なかもしれない(それがいわゆる教育なのかもしれない)。

地域ギャップよりも時代間ギャップ

書籍²⁾によれば、2030年にはIT人材が79万人不足し、2040年には自治体の半数近くが消滅の危機にさらされ、2050年には日本の人口は1億人を割る一方で、世界人口は100億人近くとなり、世界的な食糧危機が予想される。このような波乱が予想される中、本稿で述べた近未来予測技術と Ability-aware 技術は、人々の生活レベル向上と生産性向上に寄与すると思う。

ただ、この書籍は日本が外国人を受け入れないシナリオだが、私は少し違う予測をする。情報分野が率先して優れた外国人を受け入れ、他の業界もそれに追随する。我々の分野が上記の問題の解決を先んずることになる。

一方で、気になるのは、前章のような技術をプラッ

トフォームとして提供し、管理する主体は誰なのかである。下手をすれば Big brother (独裁) になるし、そうでなくとも、近年は、持続可能かどうか分からない、断片的な情報プラットフォームに囲まれている。コミュニケーション環境をとっても、現在は電子メール・Slack・LINE・Facebook Messenger・LinkedIn などと、多くの断片化したプラットフォームに囲まれているのだ。これらのサービスは30年後にはどの程度生き残っていて、そのときの読者はどの程度理解できるのであろうか。

参考文献

- 1) 特集「30年後の情報処理」、情報処理, Vol.32, No.1, pp.1-46 (Jan. 1991).
- 2) 河合雅司: 未来の年表 人口減少日本でこれから起きること, 講談社 (2017).

(2020年1月7日受付)

■井上創造 (正会員) sozo@brain.kyutech.ac.jp

2002年九州大学システム情報科学研究科博士後期課程修了・博士(工学)。同大システム情報科学研究院助手、附属図書館研究開発室准教授を経て、2009年より九州工業大学工学研究院准教授。2018年より同大生命体工学研究科、現在に至る。この間、ドイツカールスルーエ工科大学客員教授、理化学研究所革新知能統合研究センター客員研究員、コロンビアロスアンデス大学客員教授、合同会社オートケア CTO を兼任。スマートフォンを用いた人間行動認識、センサ情報システムの医療応用に興味を持つ。本会コピキタスコンピューティングシステム研究会主査。

