



さとう いっせい
佐藤 一誠

東京大学大学院
新領域創成科学研究科講師

2011年 東京大学大学院情報理工学系研究科博士課程修了、博士(情報理工学)。同年～15年8月まで東京大学情報基盤センター助教を兼任。15年9月より現職。さきがけ研究課題：統計的潜在意味解析によるデータ駆動インテリジェンスの創発

データを共有せずに 機械学習で医師の画像診断を支援

疾患の発見に欠かせない画像装置の普及に伴い、医師が診断する画像データの量や種類は増えている。東京大学大学院新領域創成科学研究科の佐藤一誠講師は、個人情報である画像データを病院間で共有しなくても、共有した場合と同様に脳動脈瘤検知システムの精度を向上させる機械学習手法を開発した。

1 検査で数百枚の画像

MRI(核磁気共鳴画像装置)やCT(コンピューター断層撮影)などの高性能な画像装置が普及している。疑われる疾患に応じて多様な検査が行われ、診断に使用される画像データは膨大になるとともに、複雑化している。「症例にもよりますが、1検査当たりの画像は300～500枚で、これを30分程度で確認しなければなりません。検査画像の診断を専門とする読影医の数は限られ、分析が追いつかないのが現状です」と佐藤さんは現場の問題点を指摘する。

1人の医師の読影数が1日で1万枚に達することも珍しくない医用画像は、まさにビックデータといえる。佐藤さんは東京大学医学部附属病院と共同で、脳動脈瘤を対象に、機械学習による医用画像読影支援システムを開発している。機械学習では、コンピューターがデータから反復的に学習

して一定のパターンを見つけだし、未知のデータに対する結果を予測する。佐藤さんらが開発しているシステムは、脳動脈瘤の形態特徴に基づき、病変候補を検知する。医師の負担を軽くし、病変を見落とす危険性を減らすことをめざしている。

データを共有しない学習手法

読影支援システム開発に用いたのは、東大病院の頭部MRA(磁気共鳴血管造影)画像データである。東大病院よりも脳動脈瘤の学習データが少ない病院では、読影支援システムの学習を十分行うことができない。データの少ない領域(病院)で学習する際に、他の利用可能な領域(東大病院)のデータを用いることで予測性能を高める方法として、転移学習という機械学習手法が知られている。

転移学習はデータを共有することが一般的だが、複数の病院でデータを共有すれば症例は集まっても、個人情報保護の問題がある。さらに転移学習では、先行の学習が後の学習に影響を与えて、性能が下がる「負の転移」が起こることがある。「実際、病院によって画像装置や撮影条件が違うため、学習データを単に共有しただけでは負の転移が起こることが実験で確かめられました。東大病院のデータで転移学習を用いるためには、これらの

問題を解決する必要がありました」。

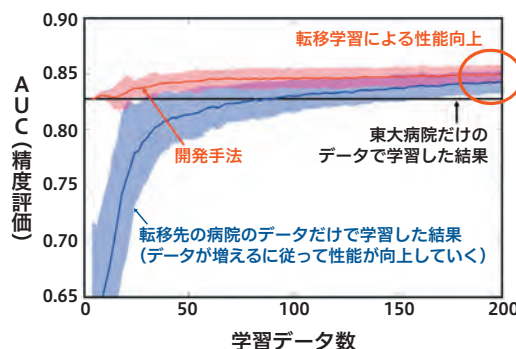
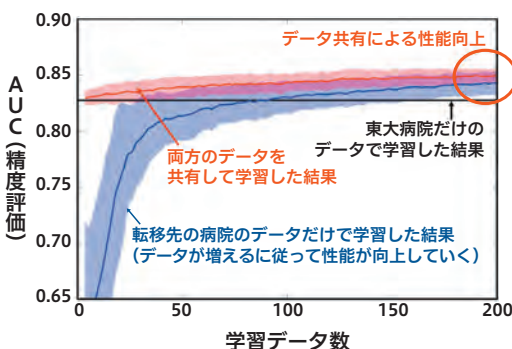
そこで、データを共有しなくてもよい転移学習アルゴリズムを開発した。データそのものではなく、入力データに応じた出力結果のみを転移する。それだけでなく、負の転移による予測性能の劣化を理論的に抑制できるという画期的な手法である。

使いやすいシステムをめざす

この読影支援システムは東大病院を含む13施設で臨床試用中である。将来、日本中の病院に導入され、各地域の病院における診断を支援することが目標である。

「医療現場で本当に実用的なシステムにするためには、システムの全体的な設計に機械学習の研究者が関わることが重要です」と佐藤さんは実感している。「病変検知機能」と「学習機能」だけでなく、「学習データ取得機能」も備え、日常の診断で学習データを蓄積できる仕組みにしている。

血液細胞の診断など他の疾患に対する研究も始めている。とはいえ、疾患によって判断基準や求められる精度が異なり、課題も多いが「現場と綿密に連携しながらこつこつと地道に取り組んでいます」と意気込みを語る。医用画像の読影だけでなく、個人情報保護などの問題からデータ共有の難しい領域への応用が期待されている。



東大病院と検査機器の性質が異なる病院で、脳動脈瘤診断の読影支援システムを転移学習した結果。左はデータを共有して学習したものの、右はデータを共有せず開発した手法の転移学習を用いたもの。データを共有しなくても同等の結果が出ている。



寺田 努
神戸大学大学院工学系研究科准教授

2000年 大阪大学大学院工学研究科博士後期課程退学、同大学サイバーメディアセンター助手。同講師を経て、07年より現職。さきがけ研究課題：「提示系心理情報学」確立のためのウェアラブルシステムプラットフォーム

コンピューター常時装着時代の人間の幸福を探る

スマートフォンや頭部や眼鏡に取り付ける装着型ディスプレイなどの普及により、私たちは多くの情報を日常的に受け取るようになった。神戸大学大学院工学系研究科の寺田努准教授は、情報技術の便利さや楽しさだけでなく、負の要素も探り、その影響を踏まえた情報提示環境の確立をめざしている。

「かはまだわかっていません」とウェアラブルデバイスによる計測・数値化などを研究する寺田さんは言う。

人は提示情報に左右される

不調を感じて体温を測り、発熱していることがわかると、さらに具合が悪くなったという経験はないだろうか。これは、あまいだった生体情報が数値化されて示されたことによって、身体に影響を与えたと考えられる。

寺田さんは、提示する生体情報によって身体に影響が出るのかを調べてみた。実験では、装着したディスプレイに提示される心拍数を見ながら、30分程度で論文の概要を発表してもらった。個人差はあるが、緊張して心拍数が上がったときに計測された心拍数より低い偽の数値を提示すると、実際に心拍数が下がる傾向が見られた。「これはプラシーボ効果とよく似ています。偽の薬を本物の薬だと信じ込むことで効果がみられるのがプラシーボ効果ですが、操作された情報の提示によっても同様の変化が起こるのです。」

装着型ディスプレイを使った別の実験からは、特に意識していなくても、視界に入っている情報が人の行動に影響すること

もわかってきた。実験では、視界の端に小さくディスプレイが見える、眼鏡の形をした装着型ディスプレイを着けた状態で、街を歩き回りながら自由に写真を撮ってもらう。この時、ディスプレイにはカメラアプリのアイコンとして、建物、乗り物、自然のいずれかの画像が提示されている。撮影された写真の傾向を見ると、提示されていた画像が建物であれば建物を、乗り物であれば乗り物を多く撮影するといった具合に、自由に写真を撮っていたつもりでも、ディスプレイに表示された画像の影響を受けていたのだ。

新たな技術を安心して使うために

これらの結果は、情報提示で人の状態や行動を制御できる可能性を示している。うまく使えば緊張の緩和など良い効果が期待できる一方で、人を操作するなど悪い目的にも使えてしまう。「ウェアラブルデバイスの普及を見据え、情報を有意義に活用するためのガイドラインをつくる必要があります。そのためには、まず、情報提示が人に及ぼす影響を明らかにしなければなりません」と寺田さんは強調する。「ウェアラブルデバイスは未知のデバイスですから、この技術をよく知っている開発者こそがやるべきです。デメリットも含めてきちんと検証することで、社会の信頼を得られると考えています。」

このように考える寺田さんは情報技術から心理学までさまざまな側面から影響を調べ、提示系心理情報学という新たな分野をつくることをめざしている。未知のデバイスに過剰に期待するでも恐れるでもなく、等身大に評価して社会インフラとして活用するために、なくてはならない研究として大きな期待がかかる。

「携帯」から「装着」へ

スマートフォンの次は、身体に装着して利用するスマートウォッチや装着型ディスプレイなどのウェアラブルデバイスが普及すると考えられている。ウェアラブルデバイスは端末を「持ち歩くもの」から「身につけるもの」へと発展させ、情報技術の可能性がさらに広がると期待されている。

現在は健康管理機器によって歩数や心拍数などの生体情報を簡単に得ることができるが、その情報は利用者が自ら計測して確認する必要がある。しかし、今後は計測された情報が身につけたデバイスによって自動的に提示され、情報を受動的に受け取ることになるだろう。「ウェアラブルデバイスが普及すれば、私たちはさまざまな情報を常に見ながら生活することになります。けれども、提示される情報が、私たちの身体や行動にどんな影響を与え



提示系心理情報学のイメージ。情報提示理論とセンシング（計測）技術や提示環境の基盤整備との双方の研究を、車の両輪のようにバランスよく行うべきだと寺田さんは主張している。



松原 靖子
熊本大学大学院先端科学研究部助教

2012年 京都大学大学院情報学研究科博士後期課程修了。NTTコミュニケーション科学基礎研究所を経て、14年より現職。さきがけ研究課題：複合時系列イベントストリームに基づくリアルタイム将来予測と社会行動支援サービスの構築

リアルタイムの未来予測で社会を豊かに

熊本大学大学院先端科学研究部の松原靖子助教は、さまざまな分野の時系列ビッグデータを活用するための基盤技術を開発する。刻一刻と変化する情報をリアルタイムで解析し、未来を予測することで社会を変革することをめざしている。

おき、刻一刻と変化するデータのリアルタイム解析からその要素を見いだせば、致命的な事故を瞬時に予測して防ぐことができるかもしれません。このような技術が実用化されれば、社会はもっと安全で豊かになるでしょう。」

リアルタイム予測への挑戦

ビッグデータはデータの量が多いだけでなく、種類も多く変化も激しいため、従来のシステムでは取り扱うことが難しかった。中でも時系列ビッグデータは、時間とともに流れていく、始めと終わりのないデータなのでなおさら難しい。時系列ビッグデータを理解解析する技術の開発は挑戦だが、だからこそ研究する価値があると松原さんは考えている。

めざしているのは、数学モデリングや大規模解析、特徴抽出などを駆使して、多種多様な時系列ビッグデータの中からさまざまな社会現象を解析、モデル化する技術、リアルタイムで得られた知識を活用する技術の実用化だ。

「膨大なデータを集めて特徴を抽出し、解析するとまったく違う種類のデータでも共通するルールを見つけることができます。データを組み合わせ、数式やモデルを組

み合わせていくと、汎用性のあるアルゴリズムをつくることができ、未来を予測できます。」

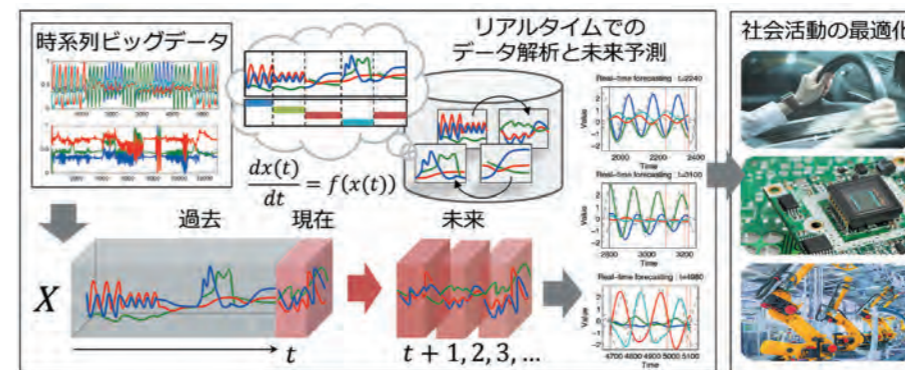
リアルタイム予測で重視されるのは高い精度とスピードの両立だ。それに加え、松原さんは技術の実用化のために、どうすれば役に立つデータを得られるのかを常に考えているという。

未来予測には夢がある

松原さんのリアルタイム予測は企業の注目も集めている。企業では、膨大なデータを持っていても活用しきれていないのが現状だ。「工場などでデータから過去の不具合の兆候を抽出し、リアルタイムでデータを解析しながら操業することで、同様の不具合を事前に防ぐことができるかもしれません。時系列ビッグデータを活用することによって、作業の安全性や収益性を高めるなど付加価値を付けることができます。リアルタイム予測で情報活用などのソフト面でも日本の技術をもっと向上させたい。企業の方とお話していると、ものづくりに対する温かな『思い』や熱意を感じます。その『思い』に応えたいのです。」

成果を論文として発表するだけでなく、技術の普及のためのチュートリアル講演や多数の企業との共同研究など、研究成果を社会に役立たせるための国内外での活動にも積極的に取り組んでいる。

「情報にはたくさんの価値や可能性があります。情報で未来を予測することには夢があるのです。見た目は1枚の画面ですが、その奥に深い世界が広がっていて、コンピューター1台と『思い』さえあれば、世界に通用する技術をつくることのできるのです。誰かの役に立ちたいという思いを原動力に、リアルタイム予測で社会を変革させることをめざしている。」



さまざまなビッグデータを用いて自然・社会現象をリアルタイムに解析・予測し、社会活動の最適化につなげる。