



少ないメモリー容量で、
画像検索を高速、高精度に

羽ばたけ！1期生
成果紹介

まつい ゆうすけ
松井 勇佑

情報・システム研究機構
国立情報学研究所 特任研究員

2016年 東京大学大学院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)。同年より現職。

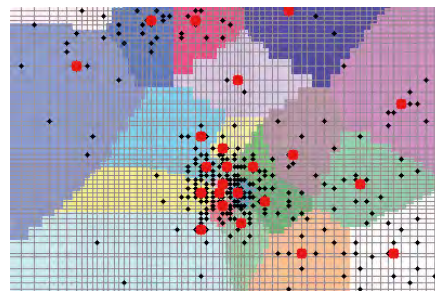
ACT-I課題：圧縮線形代数:データ圧縮による省メモリ高速大規模行列演算

最新のデータ処理技術で 省メモリー、高速処理を実現

インターネット上には膨大な数の画像データがアップロードされている。通常、検索エンジンを使って求める画像を検索しているが、画像数は日々増加し続けている上、1枚の画像データ量も大きい。そのため、画像検索をはじめとする画像処理には高性能なサーバーや大容量のメモリーが必要で、求められる性能は高まる一方だ。

松井勇佑さんは、「直積量子化」と呼ばれるデータ圧縮技術と、独自に開発したデータのクラスタリング(分類)技術を用い、従来の約10~1000倍の高速処理化と、約100~4000分の1の省メモリー化に成功した。

クラスタリングは、ビッグデータを扱う際に最初に行う基本的なデータの分類処理のことで、既存の手法に「k平均法」などがある。松井さんが用いた直積



従来の一般的なクラスタリング法「k平均法」(左)に対し、松井さんが新たに開発したクラスタリング法[松井他、ACMMM 2017] (右)は、領域空間を細かい升目で区切り、その交点上に、クラスタリングしたい黒点を載せていく。それにより黒点の情報量が減るため、k平均法に比べて高速にクラスタリング処理ができる。

量子化は、2011年頃に提案されたデータ圧縮技術の1つだ。「直積量子化は優れた圧縮技術ですが、この技術で圧縮したデータを、高速にクラスタリングする手法の開発は、あまり進んでいません。私はもともとは画像処理や画像検索など圧縮データを使った処理が専門です。ACT-Iではデータ圧縮の一般化と応用に取り組みました。サーバーではなく一般的なパソコンでも、画像ビッグデータのクラスタリングができるようにしようと考えたのです」。

企業や大学と共同で開発したソフトウェアを使って、約1億枚の画像を対象に、10万種類のグループにクラスタリングする処理を実行したところ、従来であれば、約300台のパソコンが必要だったが、たった1台のパソコンで、しかも約1時間で完了した。この成功は、ACT-Iの成果として昨年9月に発表され、新聞にも掲載された。

今年グーグルが開催した画像検索に関するコンペティションには国立情報学研究所(NII)のチームとして参加し、世界100チーム中7位を獲得した。「東京タワーのような建物の画像が提示され、それに似ている画像を検索する競技です。今回は、速度は問われず、検索の精度を競いました。私はどちらかというと高速処理に自信があったので、速度でも競いたかったですね」。

ACT-Iの支援により開発したソフトウェアは一般公開され、誰でも無償でダウンロードできる。国内外の大学生やデータ研究者が使用しているようだ。「情報学の世界では一般公開は普通のことです。しかし、特有のカルチャーなので他分野の研究支援プログラムで

は、理解されないことがあります。その点、後藤研究総括はじめ領域アドバイザーの方々には情報学の専門家ですので、無償提供に対する理解はもちろぬのこと、『どんどんやってください』と、逆に応援してくださいました。ありがとうございました」。

同期のアドバイスが 次の研究テーマに

ACT-IIに応募したきっかけは、研究費の獲得だった。「情報学は、物理学や化学、工学などとは異なり、高額な実験装置は不要で、研究費はそれほどかからないと思われがちです。しかし、計算処理を実行するには、それなりの費用がかかります。また、計算処理の実行回数を増やすことで、ブラッシュアップが図れますから、研究費はいくらあっても足りないくらいです」。

他の研究プロジェクトと比べ自由度が高く、「良い研究をしよう」というムードが強いACT-Iで、他の若手研究者と交流できたことも大きな成果だったと松井さんは語る。「私の専門分野は画像検索で応用研究が中心です。ACT-Iには、純粋な数学の理論を研究されている方などもいて、非常に良い刺激になりました。また同じ1期生で筑波大学の今倉暁助教からは、ご専門である大規模数値計算の見地から、私が開発した技術をスーパーコンピューターでの数値計算に用いるためのアドバイスをいただきました」。

現在、松井さんは加速フェーズで、この提案にも取り組み、さらなる性能向上、機能拡大を目指している。

ソフトウェア開発を通して、
多くの動物の命を救いたい



羽ばたけ！1期生
成果紹介

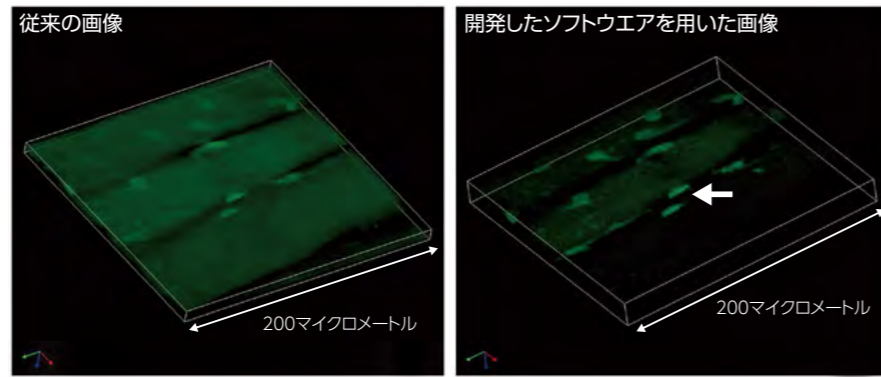
そがべ まいな
曾我部 舞奈
京都大学 ウイルス・再生医科学研究所
非常勤研究員(大学院医学研究科博士課程在籍)

2014年 鳥取大学 農学部卒業。同年 京都大学
大学院医学研究科博士後期課程に入学、現在も
在学中。18年より現職。
ACT-I課題：スパースモデリングを用いた生体内
ライブイメージング技術の限界突破

ソフトウェアで顕微鏡が 抱える問題を解決

生体内ライブイメージングは、細胞にレーザー光を照射し、蛍光たんぱく質を光らせることで、生体内の生命現象を生きたまま観察する画期的な技術だ。しかし、この技術には弱点がある。レーザー光を長時間にわたり照射すると、細胞が損傷を受けたり、蛍光たんぱく質が破壊されたりして、徐々に観察できなくなる。これを防ぐため、1枚あたりの撮像時間を短縮すると、データサイズを小さくするために画像を間引くことになり、詳細な情報が得られなくなってしまう。詳細な情報を得ようとすると、データサイズが大きくなりすぎるという問題もあった。

生体内ライブイメージングで筋肉を研究する曾我部舞奈さんは、これらの問題を解決したいと考えた。そこで注目したのがソフトウェアだ。顕微鏡



左は従来の手法で撮影した筋肉の画像、右は開発したソフトウェアを用いた画像。矢印のように見えるのが細胞で、大きさは10~30マイクロメートル。撮像スピードが大幅に向上しただけでなく、元来、不要だったデータを間引いたことで、より鮮明な画像が得られ、一石二鳥以上の成果を得ることとなった。

本体を開発するにはお金も人手も必要になるが、ソフトウェアならコンピューターがあれば済む上、インストールだけで皆が使うことができる。曾我部さんは開発を目指し、プログラムの猛勉強を始め、ACT-Iに採択された。

「スパースモデリングを使ったブラックホールの画像補完技術の講演を聞く機会があり、顕微鏡にも応用できるのではと思ったのです。生物学の世界では顕微鏡画像を星空に例えることがあり、そこからの発想でした」。

スパースモデリングとは、少ない情報を基に、足りないデータを補完することで全体像を導き出す手法だ。限られたデータからでも効率的に情報が得られるため、医療分野ではMRI(磁気共鳴画像法)画像の解像度向上などに使われている。

曾我部さんは、このスパースモデリングを用いて、画像の補完に必要なデータだけを維持して1枚の画像のデータ量を減らし、メモリーに保存する時間を短縮した。その結果、撮像スピードが大幅に向上しただけでなく、元来、不要だったデータを間引いたことで、観察したい箇所をより鮮明に映し出すことも成功した。より多くの人が使えよう、企業と連携して商品を開発中だ。

勉強会を自主的に開催

獣医師である曾我部さんが、開発に興味を抱いたのは、少しでも多くの

動物の命を救いたいと考えたからだ。「動物は言葉が話すことができないので、計測機器を使った検査が重要な役割を果たします。そのため、以前から計測機器の性能向上に強い関心がありました」と曾我部さん。

ACT-Iに応募した当時、曾我部さんは博士後期課程の学生で、周囲に情報学の専門家はいなかった。プログラムの勉強を始めて間もない曾我部さんを、ACT-Iが後押ししてくれた。「採択された時は、情報学の一流の先生方や同世代の研究者たちと知り合えることを大変嬉しく思いました」と振り返る。領域会議やサイトビジットを通して最新の情報学の知見を取り入れること、そして自分の分野の話題をわかりやすく提供することでさらに研究が発展する工程が、良い刺激になった。

ACT-Iの中で特に印象に残っているのは、勉強会の開催だと話す。「私は学生で自由になる時間が比較的多かったので、勉強会の取りまとめ役を買って出ました。同期は皆、意欲に満ち溢れた方ばかりで、応用数学に関する勉強会などを年に数回開催し、非常に良い勉強になりました」。

現在は加速フェーズに入り、新たなソフトウェアの開発に取り組んでいる。「生体内ライブイメージングは、動物に限った計測技術ではありませんので、人の医療や創薬にも貢献できると考えています。今後もソフトウェアの改良を重ねていきます」と曾我部さんは決意を新たにしている。

安心・安全な画像処理技術で
「ウェアラブルセンシング」活用へ



羽ばたけ！1期生
成果紹介

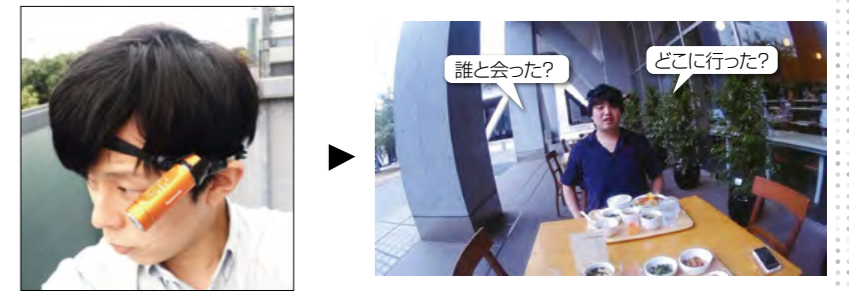
よねたに りょう
米谷 竜
東京大学
生産技術研究所 助教

2013年 京都大学大学院情報学研究所博士後期
課程修了。博士(情報学)。14年より現職。16年
から1年間、カーネギーメロン大学ロボティクス研
究所訪問研究員。
ACT-I課題：プライバシー保護一人称ビジョン

視覚を補う生活支援ツール

ウェアラブルセンシングは、頭部などにカメラを装着し、自分の視界を映像として記録する技術だ。自動車に搭載するドライブレコーダーの「人」向けといえば、わかりやすいだろう。映像を記録するだけでなく、拡張現実(AR)のように映像に関する情報を音声や文字でリアルタイムに提示できれば、有効な生活支援ツールとなる。例えば、冷蔵庫の中に入っている食品名や、道端で会った知人の名前などをコンピューターが音声で教えてくれれば、弱視者や高齢者は大きな安心・安全を得られるだろう。

しかし、ウェアラブルセンシングを使ったサービスは一般社会に普及していない。最大の理由は、個人情報の漏えいリスクがあるからだ。米谷竜さんはこのリスクを減らし、ウェアラ



装着したカメラ(オレンジ)。

視線の先にある個人情報が映り込む。

頭部に装着したカメラで、自分の視界を映像として記録する「ウェアラブルセンシング」。見ているものを音声でガイドする視覚支援ツールなどとして応用が期待される一方、他者が映り込んだり、自分の行動が逐一記録されたりと、個人情報を漏えいの危険がある。

ルセンシングをより安全に活用するための技術を研究している。

映像に関する情報をリアルタイムに、精度良く提示するためには、機械学習が不可欠だ。機械学習では、コンピューターが与えられたデータを基に学習を繰り返すことで、予測精度を高めている。企業が既述のような生活支援ツールを提供しようと思ったら、ユーザーからの映像提供が必要だが、ユーザーは個人情報保護の観点から、企業への提供をちゅうちょする。このジレンマを解決しようと考えた。

「データの機密情報保護には、データの暗号化という既存の技術があります。それに対して私が考えたのは、映像データそのものではなく、機械学習によって得られた『モデル』を、データを復元できないよう暗号化して企業のサーバーに送信するという方法です。映像データの機械学習自体は、ユーザー側のコンピューターで行わせるのです。そこで、モデルの暗号化に加え、高速に暗号化するためのアルゴリズムの開発に取り組みました。これにより安全かつ高速なデータのやり取りが実現できます」。

領域会議で夜中まで議論

ACT-Iに応募した理由を、米谷さんはこう語る。「私の専門はコンピュータービジョンで、画像処理などの研究をしています。所属研究室では、教授をリーダーにCRESTに参画し、ウェアラブルセンシングの応用研究を進めています。一方で私には、一研究者と

して独立して研究を進めたいという強い願望がありました。このような中、『個の確立』をテーマに掲げるACT-Iを知り、迷わず応募したのです」。

幅広い分野の若手研究者を募集している点も大きな魅力だった。「普段、他分野の研究者に会える機会が少ないので、ACT-Iでさまざまな分野の研究者と交流することで、コンピュータービジョンの思いがけない応用先が見つかることを期待していました」。

参画して特に良かった点は、年2回実施の領域会議だったという。「領域会議では、互いの研究内容から日常生活の悩み事まで、同期の仲間たちと夜中まで話ができました。私には3歳の子供がいるのですが、父親の子育てに関する相談ができたことは、同世代ならではのね」。

学部時代の後輩がACT-Iの2期生として採択されたことも、収穫につながった。「領域会議などで話してみると、共通の問題意識を抱えていたのです。共同研究をはじめ、共著で論文を発表しました。想定外の展開でした」。ACT-Iに参画し、意識が変わった。異分野の技術を取り入れること、逆に提供することに積極的になり、技術を追求するだけでなく、皆が使える応用先、用途を考えるようになったという。現在は、ACT-Iでの成果を基に、さらなるステップアップを目指す。

「ACT-Iに参加し、改めて個の確立の重要性を感じました。『コンピュータービジョンと言えば、米谷』と言われるような、この分野の第一人者になりたいですね」。