

## III AIを活用する—画像診断分野を中心に

## 1. AIを用いた医用画像処理技術の開発

石田 隆行 / 梅原 健輔 / 大田 淳子 大阪大学大学院医学系研究科保健学専攻

Deep convolutional neural network (以下, DCNN) は, graphics processing unit (GPU) を用いた並列化処理によって高速化が可能であること, 畳み込み層やプーリング層を組み合わせて深層化することによって対象パターンの位置ズレの影響を受けにくいこと, 膨大な数の一般画像により学習した DCNN で医用画像を処理する転移学習が利用できることなど, 医用画像処理に適した多くの特長を持っている。そのため, DCNN は, これまで多くの研究者が研究を重ねてきた病変の検出・認識や, 医用画像に有用な複雑な画像処理に応用が可能である。その可能性に着目している研究者や医療従事者は多いであろう。

現在, 筆者らの研究室では, 胸部単純 X 線画像における結節状陰影の検出法の開発, CT コログラフィにおけるコンピュータ支援診断 (CAD) システムの開発 (マサチューセッツ総合病院との共同研究)<sup>1)</sup>, 単純 X 線画像, CT, MRI などのさまざまな医用画像のための超解像処理法の開発など, DCNN を用いたいくつかの研究を並行して進めており, 期待すべき重要な知見が得られている。

本稿では, 医用画像の超解像処理による高画質画像拡大法について, 詳しく説明することにする。

## 超解像技術とは

高解像度画像は, 4K や 8K などの高解像度ディスプレイの発展, 普及に伴い, 多くの分野で必要とされている。しかし, ハードウェアレベルで高解像度画像を取得するには, 膨大なコストがかかる上, 特に医用画像においては, X 線撮影装置や CT 装置に関しては患者の被ばく線量の増加, MRI 装置に関しては撮像時間の延長につながるため, 実質的には困難である。そこで, 画像取得後に, ソフトウェアで高解像度な画像を生成することができる超解像技術が近年注目を集めている。

画像の解像度を上げる技術としては, 一般的に拡大補間法が広く用いられているが, ジャグやスムージング, リンギングなどのアーチファクトが出現することが問題であった。そこで登場したのが, マルチフレーム超解像処理法である。マルチフレーム超解像処理法は, 拡大補間法と比較して高画質な画像を得ることが可能であるが, 使用できる局面が限定的である上, 得られる解像度も低く, よりロバストな超解像技術が求められていた。そこで, より優れた学習型超解像技術が登場した。学習型超解像技術は, 低解像度な画像と高解像度な画像の対応関係をあらかじめ学習し, 未知の低解像度画像から高解像度画像を推定する手法である。近年, 膨大な学習用データが入手可能となり, 加えてコンピュータの性能が大幅に向上したことによって,

拡大補間法やマルチフレーム超解像処理法が追いつけないほどの画質改善が可能となった。代表的な学習型超解像技術として, neighbor embedding, anchored neighborhood regression, スパースコーディングなどが挙げられ, 医用画像への応用<sup>2), 3)</sup>も試みられているが, 臨床現場で用いるには計算コストが高く, コンピュータのメモリを多く消費するため, さらなる改善が望まれていた。

近年, ディープラーニングの飛躍的な発展により, 多くの機械学習に関する問題点が改善されてきたのは, 超解像処理の分野においても例外ではない。このディープラーニングを用いた超解像処理の出現により, これまでの学習型超解像技術が達成してきた画質を担保し, かつ大幅な処理時間の短縮を実現した。

ディープラーニング  
超解像処理

ディープラーニングを用いた超解像処理は, さまざまな手法が提案されているが, 代表的なものに Dong らが提案した超解像畳み込みニューラルネットワーク (super-resolution convolutional neural network: SRCNN) がある<sup>4)</sup>。この SRCNN を, さらに高画質・高速化へと改良した Fast SRCNN (FSRCNN) も ECCV 2016 ですでに発表されている<sup>5)</sup>。

SRCNN は, 3 層の比較的単純な構造であり (図 1), 代表的な学習型超解像技術であるスパースコーディング超解像処理と密接な関係性を有している。この