

Ⅲ AIを活用する—画像診断分野を中心に

3. AIによるノイズ低減処理
「PixelShine」

長谷川 玲 AlgoMedica, Inc.

今、人工知能 (artificial intelligence : AI)、特にディープラーニングが世界中で注目され、さまざまな分野に応用されている。医療分野も例外ではなく、さまざまな応用が報告されている。筆者は、第二次AIブームの際、大学院でconvolutional neural networkを画像処理へ応用し、過学習、汎化問題に注目して研究を行っていた¹⁾。当時は計算機の能力も低く、ネットワーク規模、トレーニングセット数にもかなりの制限があり、応用できる範囲も限られていた。第三次ブームの現在、上述の制限もほぼなくなり、さまざまな分野でこれまでにない応用が期待できるようになった。

本稿では、医療分野へのAI応用の一つとして、AlgoMedica社が取り組んでいるディープラーニングによるノイズ低減処理アルゴリズム「PixelShine」について紹介する。AlgoMedica社は、2015年4月にシリーズAの資金を調達し、本格的にスタートしたシリコンバレーのベンチャー企業である。AlgoMedica社のPixelShineは、2016年9月に米国FDAの510(k)を取得済みである。

医療分野における
ノイズ低減

現在、欧米をはじめ、さまざまな国々で医療被ばくの低減、低線量撮影についての関心が高まっている^{2)~4)}。2000年前後、米国では全身CT撮影による自費検診が注目された時期があった^{5), 6)}。しかし、2000年以降、CTなどによる医療被ばくの問題が指摘されたのをきっかけにそのブームも廃り、医療被ばくが常に問われるようになった。

低線量撮影によるメリットは、医療被ばくを低減できる患者だけではない。X線管球の寿命はmAs値に関連しており、低線量撮影によって管球の寿命を長くできるという病院・施設側のメリットもある⁷⁾。

低線量撮影を行うとノイズが多い画像となり、読影しづらくなるという問題が出てくる。それを軽減するために、ノイズ低減処理が必要となる。この低線量撮影に向け、CTメーカー各社は逐次近似法 (iterative reconstruction : IR) と呼ばれる再構成アルゴリズムを提供している。ところが、IRを利用するには、IRに対応した最新CTスキャナへアップグレードする必要があるだけでなく、異なるメーカーのCTスキャナを持っている場合には、メーカーごとにIR対応する必要がある。さらに、ほとんどのIRでは、ノイズ低減を強くした場合、画質が“プラスチック”のように不自然になるなど技術的課題が指摘されている⁸⁾。

PixelShine

これらのIRの課題に対応するため、AlgoMedica社は、メーカー、スキャナ、再構成方法に依存せず、しかもノイズ低減効果を強くしても自然な画質を保てるノイズ低減処理アルゴリズムPixelShineを開発した。PixelShineは、非線形画像処理であり、その非線形処理の実現にニューラルネットワークの学習能力を利用した。

ニューラルネットワークの学習、特に教師付き学習とは、未知の関数を多数の入出力サンプルから近似する手法である。ある条件を持つニューラルネットワークは、任意の関数を任意の精度で近似できる⁹⁾ことから、複雑な入出力関係を持つ問題にも対応可能である。学習では、あるエネルギー関数を設定し、多数の入出力例に対してエネルギー関数値が小さくなるようニューラルネットワーク内の重みを繰り返し調整することによって、結果的に未知の関数を近似する。

われわれは、ノイズの多い画像から、信号成分を保持したままノイズだけを低減した画像に変換するプロセスを何らかの関数にとらえ、低線量と通常線量で撮影したCT画像ペアを多数準備した。さらに、CT画像においては、ノイズをただ低減するだけでなく自然な画質を保つことも必要とされるため、ノイズ低減と画質の両方の条件を同時に満たすエネルギー関数を設計し、さらに学習アル