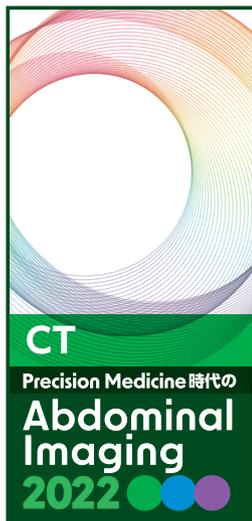


1. CTによる腹部画像診断の最新動向と未来への展望 2) ディープラーニング画像再構成技術による腹部画像診断の実際と将来展望

永田 紘之*^{1, 2} / 赤松 北斗*¹ / 花岡 良太*¹
加藤 良一*¹ / 外山 宏*¹ / 大野 良治*^{1, 2}

*1 藤田医科大学医学部放射線医学教室 *2 藤田医科大学医学部先端画像診断共同研究講座



2000年前後に各医療機器メーカーからMDCTが臨床導入されて以降、4列、16列から64列MDCTへと急速に発展し、時間分解能および空間分解能は急速に改善した。そして、2000年代後半には320列MDCT、いわゆる面検出器型CT (Area Detector CT: ADCT) が臨床導入され、first-pass perfusion CTなどのさまざまな撮影法が、頭部領域や循環器領域のみならず、体幹部領域でも可能になった。また、同時期にdual energy CTの臨床導入も開始され、腹部領域のCT診断は新たなCT技術の臨床応用研究を中心に発展してきた。併せて、2017年以降に超高精細CT (ultra high resolution CT: UHR-CT) の臨床導入により、CT診断はさらなる高分解能化も実現した。さらに、2000年代からの継続的な種々の最新CT検査法の臨床導入に伴い、新たな低線量CT撮影技術や画質改善技術の進歩も促されてきた。

近年、新たな画像再構成法として、人工知能 (AI) の一つである深層学習 (ディープラーニング) を応用した画像ノイズ低減技術の臨床応用が、CTおよびMRIにて開始されている。本稿では、この新たな画像再構成法である深層学習応用再構成 (deep learning reconstruction: DLR) の基本的事項と、腹部CT診断における有用性に関して述べる。

CTにおける再構成法に関する基本的理解

CTでは、収集された投影データから画像再構成を行うことでCT画像が作成されるが、その画像再構成法として2010年代初頭まではフィルタ補正逆投影 (filtered back projection: FBP) 法が用いられてきた。FBP法は画像データに再構成関数処理をしてから逆投影する方法であり、画像再構成速度が速い点がメリットであるが、低線量CTなどにおける画像ノイズ低減には限界が指摘されてきた。そのため、さらなる画像ノイズ低減効果を期待して、2010年代初頭より逐次近似再構成 (iterative reconstruction: IR) 法の臨床応用が開始された。IR法では、まず画像データを逆投影して初期画像を作成し、作成された画像を順投影して仮想投影データを得る。そして、実投影データと仮想投影データを比較し補正を行うが、この順投影と逆投影を繰り返しつつ、その都度補正を繰り返すことでCT画像を作成する。この繰り返し作業に統計学的モデルなどを組み込むことで、ノイズ低減や空間分解能の向上を可能としている。一般に、IR法はhybrid type IR法とmodel based IR法に大別される。現在、臨床では各医療機器メーカーが提供しているさまざまなhybrid type IR法が頻用されている一方で、model based IR法では種々のアーチファクトや再構成時間延長などのさまざまな問題により、

その臨床応用は限られている¹⁾。このような状況下で、2018年以降、AIを応用したDLRであるキヤノンメディカルシステムズ社の“Advanced intelligent Clear-IQ Engine (以下、AiCE)”やGE社の“TrueFidelity Image (以下、TFI)”が臨床導入されている。2021年現在での主要医療機器メーカーにおける臨床応用可能なCT画像再構成法を表1に示す。

CTにおけるDLR

一般に、DLRは機械学習 (machine learning) の一つである深層学習を用いて画像再構成を行う技術であるが、DLRは入力層、多層化された中間層、出力層から成るニューラルネットワークが用いられる。入力データ (画像データ) がネットワークを介して出力され、教師データとの比較で空間分解能を維持したままノイズが低減される²⁾。藤田医科大学病院では、CTおよびMRIの画像再構成にAiCEを臨床応用している。CTおよびMRIにおけるAiCEは同じ商標を使用しているものの、採用している深層学習モデルは異なっている。また、AiCEでは画像再構成に用いるネットワーク構築に深層学習を使用しているものの、本システム自体に自己学習機能は有していない。

CTにおけるAiCEでは、低画質のCT画像を教師データとなるmodel based IR法である“Forward projected model-based Iterative Reconstruction