

5. MRIのためのAI研究開発

大塚裕次郎*1, 2, 3 / 藤田 翔平*1, 4

*1 順天堂大学医学部放射線診断学講座 *2 Milliman Inc.

*3 Plusman LLC *4 東京大学医学部放射線医学教室

筆者は、2017年、ディープラーニングを用いた医用画像人工知能(AI)に関する研究が盛り上がりを見せ始めていた時期、順天堂大学の放射線医学教室でAIの研究を開始した。T1強調画像、T2強調画像など、当時の筆者は、MRIにはさまざまなコントラスト強調画像があることすら知らなかった。工学のバックグラウンドがある筆者は、MRIの、特に画像的な特徴を、MRIの撮像原理から、あるいは多くの画像を目にすることによって習得してきた。現在はそこに数理コンサルタントとしての自信と経験を合わせ、順天堂大学の優秀な研究者と“面白い”研究に勤しんでいる。本稿では、数理専門家のアクチアリーの視点から、MRIのためのAI研究開発についてまとめた。

数理から見たMR画像

MR画像の厄介な点は、ほとんどのコントラスト強調画像の信号値には“意味がない”点であろう。例えば、CTでは水はHU値0であり、空気は-1000である。しかし、MRIでは同じ水、同じコントラスト強調画像でも、ベンダーや装置間で信号値は大きく異なる。この点が、AIの汎化、ひいては製品化の最大の障害になっていることは間違いない。

信号値の正規化については、既存の画像に対するAIの前処理という意味と定量MRIの2つの意味がある。前者は画像全体のヒストグラムや平均・分散などの統計値を基に信号値を変換し、数理的に正規化する手法を指す。前処理としての信号値正規化はいくつかあるが、“NyulNormalizer”(https://gitlab.com/eferrante/nyul/-/tree/master)^{1)~3)}が代表的なライブラリとして知られている。既存のコントラスト強調画像をディープラーニングに用い、さらに汎化性能を上げるためには、このような正規化を前処理としてかませる必要があるだろう。しかし、正規化自体は適当な前提に基づいた信号値変換アルゴリズムであるから、これを用いることで、例えば、ベンダーや装置間の差異が完全に補正されるわけではない。理想的には、できるだけ多くの装置の画像を観察し、考慮できる範囲の信号値のバラツキを再現するようなdata augmentation(データ拡張)を施

すことが重要と考えられる。信号値のdata augmentationという意味では胸部単純X線写真の状況と似ているが、look up table(LUT table)のような、信号値変換関数のパラメータを変更しながら多様なコントラスト(強調画像という意味ではなく画像上の)を生成する方法が考えられる(図1)。

後者の定量MRIは、イメージング・バイオマーカー確立のために、医療画像から定量値を取得する目的で研究が行われている(QIBA/J-QIBA)(http://www.radiology.jp/j-qiba/)。定量MRIは、コントラスト強調画像のみならず、拡散MRIや核医学を含めたモダリティをカバーする取り組みであるが、コントラスト強調画像に関する取り組みを支える基盤技術として、組織緩和時間(T1/T2値)を画像化する技術に期待が寄せられている。すでに商用利用可能なSyntheticMR社のsynthetic MRIのほか、MR fingerprintingがその代表である。synthetic MRIは、2008年にWarntjesらが*Magnetic Resonance in Medicine*誌に発表した技術で、複数の反転時間とエコー時間で緩和を実測し、指数関数フィッティングによりT1やT2値を取得する⁴⁾。MR fingerprintingは、Maらが2013年に*Nature*誌に発表した技術で、1回の撮像でT1やT2を含む複数の内的パラメータを同時に取得するフレームワークのことである⁵⁾。

いずれの技術も撮像データからT1/T2値を導くことができる点は共通であ