

4. 腹部領域

1) CNNの転移学習による肝腫瘤性病変 および肝線維化診断の検討

山田 哲 信州大学医学部画像医学教室

CNNと転移学習¹⁾

畳み込みニューラルネットワーク (convolutional neural network: CNN) は、動物の視覚の働きをヒントに開発されたディープラーニング手法の一つであり、画像処理に対して非常に高い性能を持っていることが知られている。CNNは、画像を直接入力することができ、CNNの入力層側が畳み込み演算によって対象の特徴をとらえる特徴抽出器として機能し、CNNの出力層側がこれらの抽出された特徴を利用した分類器として機能することによって画像分類問題に应用可能である。一般に、CNNを用いて実用的なシステムを構築するためには大量の教師データを用いた学習が必要とされている。しかしながら、医用画像を対象とする場合には十分量の教師データを用意することが困難であるため、開発に際してはさまざまな工夫がなされており、その一つに転移学習と呼ばれる技術がある。

転移学習では、本来の対象画像ではない大量の教師データにてあらかじめ学習されている事前学習済みCNNの入力層側の特徴抽出器としての機能を流用し、出力層側の分類器としての機能を本来の対象画像を用いて重点的に学習させることによって、比較的少量の教師データで効率的なシステムの構築が可能である(図1~3)。

本稿では、われわれの施設で行っているAI研究開発の事例として、事前学習済みCNNの転移学習を用いた肝腫瘤性病変

および肝線維化診断への応用について紹介する。

肝腫瘤性病変診断への 応用

肝腫瘤性病変診療には、病理組織診断を経ずに、画像診断を診断根拠として治療方針が決定されることが多いという特異性がある²⁾。これは、内視鏡などによって比較的低い侵襲で組織採取が可能である消化管などの管腔臓器と比べ、肝などの実質臓器では組織採取がより侵襲的となるためである。一方で、原発性肝悪性腫瘍は、組織型の違いによって治療効果が異なることが知られている。一例として、低分化型肝細胞癌に多いthick trabecular typeや胆管細胞癌成分を含むものは、高~中分化型肝細胞癌に多いthin trabecular typeと比較して肝動脈化学塞栓療法による治療効果が乏しく、外科的切除が望ましいことが報告されている³⁾。このため、術前画像診断による組織型の推定は、将来的な個別化医療における適切な治療方針の決定のために重要な課題である。

肝腫瘤性病変の画像診断においては、超音波検査、CT、MRIなど多種多様な画像診断法が利用されているが、検査の利便性・診断能の観点から、ダイナミック造影CTが中心的な役割を演じている。そこでわれわれは、ダイナミック造影CTと各種事前学習済みCNNの転移学習を組み合わせる肝腫瘤性病変の診断能向上が可能か検討を行った。

また、腹部ダイナミック造影CTのように、呼吸変動を伴う多時相画像データをCNNに提示する際の位置合わせの必要性の有無についても併せて検討を行った。

対象は、当施設において肝切除術が施行され、病理組織学的に肝原発性悪性腫瘍と診断された連続215例であり、内訳は早期肝細胞癌6例、高分化型肝細胞癌58例、中分化型肝細胞癌109例、低分化型肝細胞癌29例、胆管細胞癌成分を含む非肝細胞癌病変13例である。十分な腹部画像診断の経験の有する放射線診断専門医が、対象症例の術前ダイナミック造影CTにおける最大横断面を代表画像として選定し、造影前、造影早期、造影後期の各時相において、呼吸性変動を考慮して厳密に位置合わせを行った。次に、位置合わせ後の各時相画像に任意の程度のpixel shift, rotation, skewの各種位置ズレを加え、造影前画像をblue channel, 造影早期画像をred channel, 造影後期画像をgreen channelに割り当てた合成RGB画像を作成した(図4)。グレースケール画像であるCT画像からRGB画像を合成した理由は、多くの事前学習済みCNNへの入力がRGB画像であるためである。

作成した合成RGB画像を病理組織診断による組織型でラベル付けし、各種事前学習済みCNN (AlexNet, VGG-16, VGG-19, GoogLeNet, Inception-v3, ResNet-50, ResNet-101)を用いて転移学習を行った。転移学習後のCNN