

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：33916

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2021

課題番号：20K20186

研究課題名（和文）教師なし学習によるSPECT像のノイズ除去法の開発

研究課題名（英文）Development of noise removal method using unsupervised learning for SPECT images

研究代表者

白川 誠士（Shirakawa, Seiji）

藤田医科大学・保健学研究科・准教授

研究者番号：50308847

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,600,000円

研究成果の概要（和文）：核医学検査のSPECT（Single Photon Emission CT）画像は、カウント数が少ないためノイズを多く含んだ画像となる。そのため診断に使用するにはノイズ除去を行う必要がある。

今回、心筋血流SPECT画像に対するDeep Learningによるノイズ除去法の開発を行った。本法は理想（ノイズなし）画像が得られない核医学画像に対して、教師なし学習によりネットワークの最適化を行い、ノイズ除去を行った。結果、従来行われていたGaussianフィルタ処理より、空間分解能を維持したままノイズ除去が可能となった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

核医学、特にSPECT画像はノイズを多く含んだ画像であり、ノイズ除去処理は必須である。現在、使用されているGaussianフィルタなどの処理は、検査ごとにパラメータを設定する必要があり、処理者や施設ごとに結果が異なる恐れがある。またGaussianフィルタなどはノイズ除去効果が高くなるほど空間分解能が低下する問題がある。

我々が開発したDeep Learningを用いたノイズ除去法は、パラメータ設定を必要とせず、画像のノイズ成分を抽出し、原画像から減算するため空間分解能劣化が生じない。さらにGaussianフィルタと同等のノイズ除去効果を有し、臨床的意義は高いと示唆される。

研究成果の概要（英文）：The SPECT (Single Photon Emission CT) image of the nuclear medicine examination contains a lot of noise because the count number is small, and the image becomes an image. Therefore, it is necessary to remove noise before using it for diagnosis.

This study developed a noise removal method by deep learning for myocardial blood flow SPECT images. In this method, the network was optimized by unsupervised learning for nuclear medicine images for which ideal (noise-free) images could not be obtained, and noise was removed. As a result, it has become possible to remove noise while maintaining spatial resolution, compared to the conventional Gaussian filter processing.

研究分野：核医学

キーワード：ノイズ除去 SPECT Deep Learning 核医学

1. 研究開始当初の背景

Artificial Intelligence (AI) を用いたノイズ除去は、画像処理分野において畳み込みフィルタを組み合わせたニューラルネットワーク CNN (Convolutional Neural Network) により、その手法は確立されている。また医療画像に対しても、CT 分野で Deep Learning を用いて設計した画像再構成技術で、ノイズ成分と信号成分を識別する処理を用い、空間分解能を維持したままノイズを選択的に除去することが可能であり、商品化に至っている。その再構成法には CNN の一種である DCNN (Deep Convolutional Neural Network) が用いられている。DCNN は学習により入力データ (低画質の CT 画像) をターゲットデータ (理想画像) に近づけるように最適化されるが、学習精度は学習データに大きく依存し、膨大な高品質の理想画像が求められる。CT の場合は高品質の、しかも臨床症例の理想画像を得ることは可能である。しかし核医学の場合、臨床症例の理想画像を得るには、収集時間を長くするか、放射性医薬品の投与量を増やさなければならないが、どちらも現実的に不可能である。

2. 研究の目的

我々はこの理想データが得られない状況で、教師なし学習によりネットワークのパラメータを設定し、ノイズ除去を行う方法を試みた。

3. 研究の方法

1) 使用機器

ノイズ除去プログラムは Python 言語 (パッケージ: Keras、バックエンド: Tensorflow) を用いて構築した。シミュレーションコードは SIMIND (Simulation of imaging nuclear detectors)、画像処理および画質評価は DRIP Version 3.0.2.0 (富士フイルム富山化学株式会社) を使用した。また、臨床応用に向けて、評価はより人体に近い 4D-XCAT ファントム (Duke University) を用いた (図 1)。

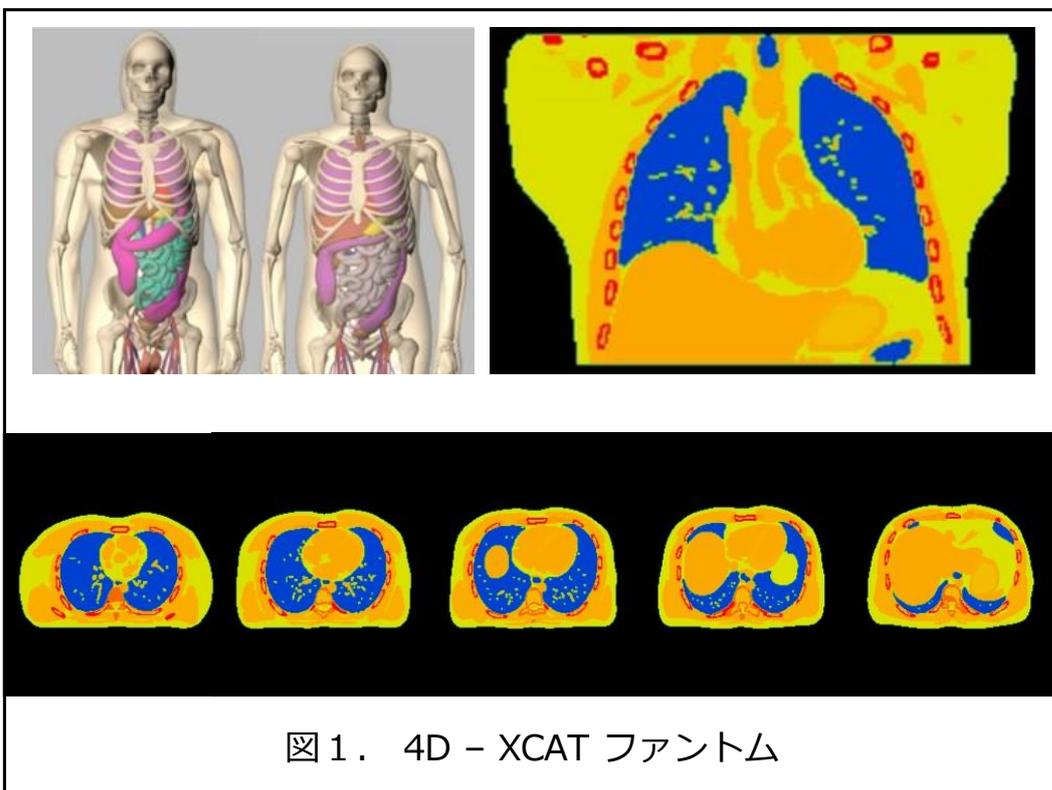
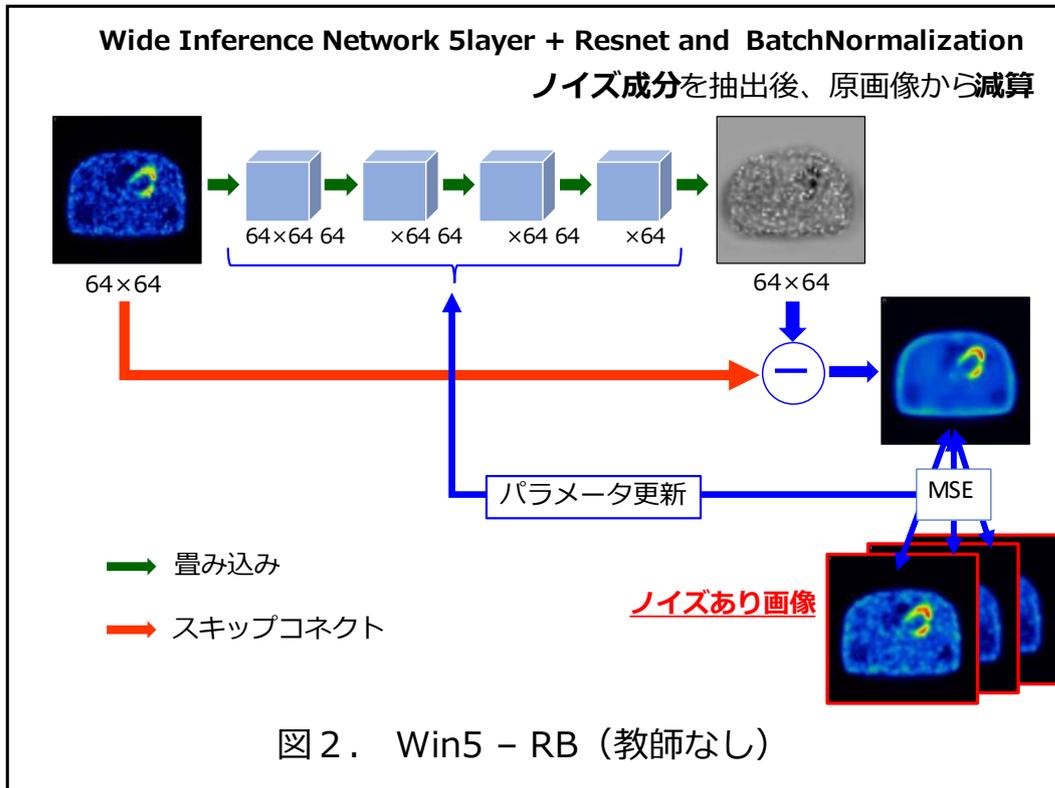


図 1. 4D-XCAT ファントム

2) 教師なし学習によるノイズ除去

ネットワークはWide Inference Network 5layer + Resnet and Batch normalization を用いた (図2)。このネットワークによりノイズ成分を抽出し、原画像から減算後、教師なし学習では異なるノイズ成分を有する複数のノイズあり画像との比較を行う。そして、その MSE (Mean Squared Error) が最小となるようにネットワークを学習させる。最適化されたネットワークに評価用データを入力し、ノイズ除去を行った (以下、DL 法)。また DL 法の精度検証のため、最適な FWHM を設定した Gaussian フィルタ処理によるノイズ除去も行った。



4. 研究成果

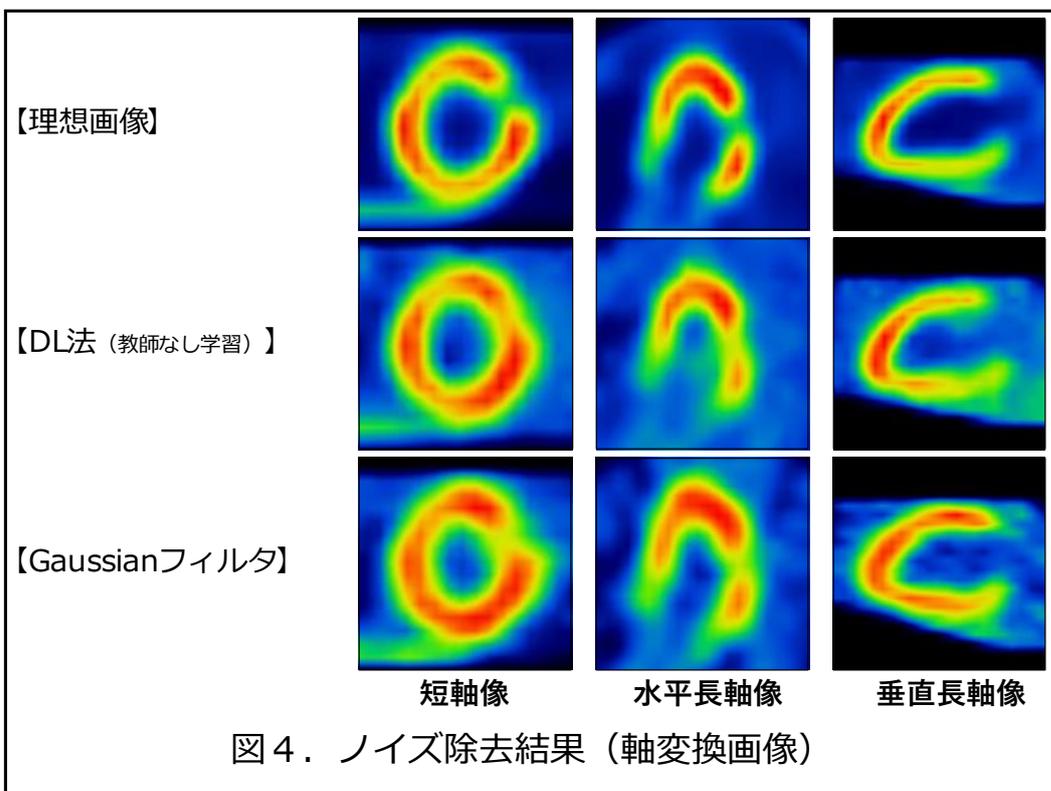
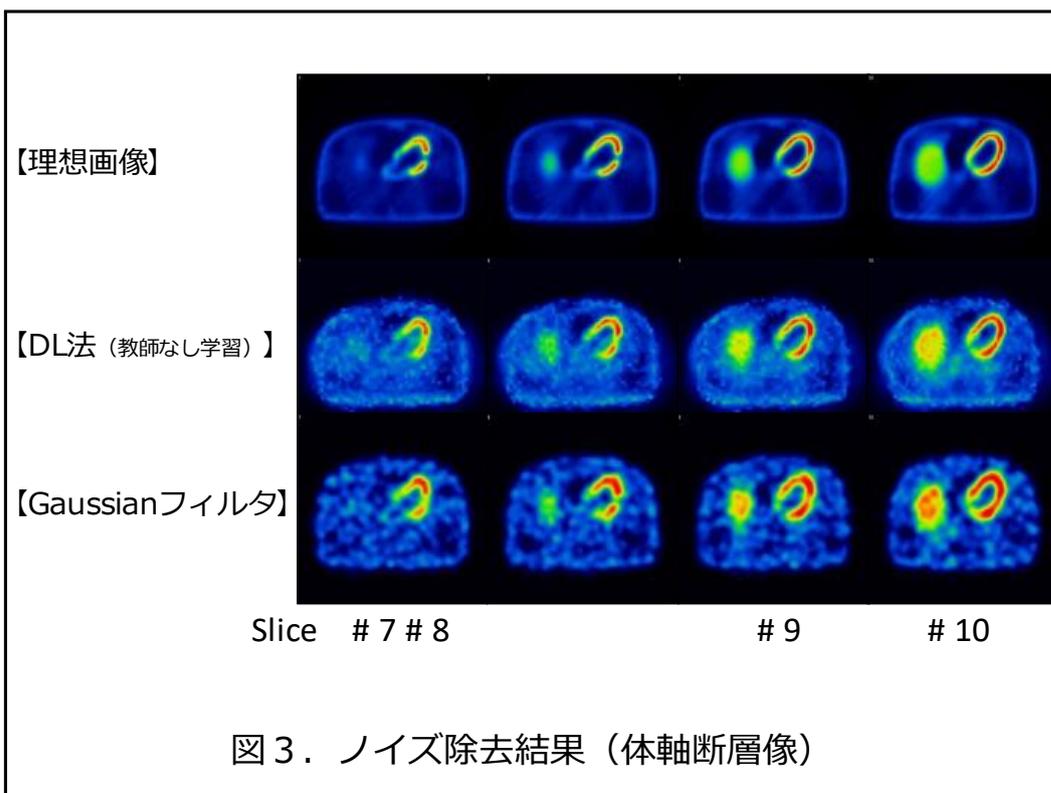
理想画像と比較した DL 法と Gaussian フィルタのノイズ除去結果を図3 (体軸断層像)、図4 (軸変換画像) に示す。DL 法は最適な FWHM を設定している Gaussian フィルタよりノイズ除去効果が高く、加えて空間分解能劣化もないため、理想画像とほぼ同等の心筋厚となっている。またプロファイルカーブ (図5) においても DL 法は空間分解能を低下させず、ノイズ除去が行われている。

核医学、特に SPECT 画像は1投影当たりの収集時間が短いため、カウントが少なく、ノイズを多く含んだ画像となっている。そのためノイズ除去処理は必須であり、現在、Butterworth フィルタや Gaussian フィルタが多用されている。しかし、これらのフィルタには処理時にパラメータを設定する必要があり、技師や施設ごと処理画像にバラツキが生じる恐れがある。さらにノイズ除去効果が高くなるほど、空間分解能が低下する問題がある。

我々は理想 (ノイズなし) 画像が得られない、核医学画像で Deep Learning を用いたノイズ除去法を開発するために、教師なし学習による方法を試みた。この方法は核医学検査で通常収集されるノイズあり画像をネットワークの学習に用い、パラメータを更新させ、ネットワークの最適化を図るものである。

DL 法は Gaussian フィルタと同等のノイズ除去効果が認められた。また DL 法は Gaussian フィルタに比し、空間分解能の低下が少なく、心筋壁厚を保つことができた。以上のことより、DL

法は従来法である Gaussian フィルタよりも精度の高いノイズ除去が可能であり、さらにパラメータ設定の必要がない利点も有する。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 白川誠士
2. 発表標題 補正？加工？AIによる補正法の信頼性
3. 学会等名 第60回 日本核医学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------