

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 23 日現在

機関番号：16401

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2020

課題番号：19K22763

研究課題名（和文）人工知能を用いた職業性肺疾患の自動診断支援

研究課題名（英文）Development of AI-supported auto-diagnostic system for occupational lung diseases

研究代表者

菅沼 成文（Suganuma, Narufumi）

高知大学・教育研究部医療学系連携医学部門・教授

研究者番号：50313747

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：アメリカ国立衛生研究所（NIH）が公開する胸部単純エックス線画像112,120枚をデータセットとして、複数の学習済みモデルを用いて、ファインチューニングにより学習を行い、14種類の疾患を診断した。孤立性病変においては有用な結果が得られることが確認できた。さらに、じん肺画像を用いての機械学習の方法を工夫することにより、びまん性の粒状影を判定できるアルゴリズムが出来上がってきた。また、胸膜プラークについての検討をさらに進めている。その詳細については、現在、大学院生の修士論文として準備中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

じん肺は、職業性の鉱物性粉じん曝露によって生じるびまん性肺疾患であり、古くから知られている一方で、世界的に産業医学上の重要な課題であり続けている。この重症度分類には、胸部単純エックス線が公的な診断基準として用いられてきており、国際労働機関による国際じん肺エックス線分類が長年用いられている。日米を含めた世界各国で、胸部エックス線を用いてのスクリーニングが法律で義務づけられていても、これを正しく実施する医師が十分にいない。このような問題を、コンピュータ診断支援ソフトを開発し解決することが、本研究の意義である。

研究成果の概要（英文）：Chest radiograph dataset of 112,120 images provided by National Institute of Health was utilized to perform fine-tuning machine learning, and diagnosed 14 diseases. The algorithm was useful for detecting localized lesions. After adding dataset of pneumoconioses, we developed our original algorithm, which will be published soon. Further analysis regarding pleural plaque will be added.

研究分野：職業性肺疾患

キーワード：じん肺 胸部画像診断 機械学習

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

じん肺は、職業性の鉱物性粉じん曝露によって生じるびまん性肺疾患であり、古くから知られている一方で、世界的に産業医学上の重要な課題であり続けている。この重症度分類には、胸部単純エックス線が公的な診断基準として用いられてきており、国際労働機関 (ILO) による国際じん肺エックス線分類が長年用いられている。しかし、胸部単純エックス線によるじん肺陰影の判定は、熟練を要し、精度高く判定できる米国産業安全衛生研究所 (NIOSH) が認定する B reader は米国においても 300 名程度に過ぎない。日米を含めた世界各国で、胸部エックス線を用いてのスクリーニングが法律で義務づけられていても、これを正しく実施しうる医師が十分にいない。このような問題を、コンピュータ診断支援ソフトを開発し解決することが、本研究の意義である。

研究代表者は、20 年間にわたり、職業性肺疾患の画像診断について研究を行っており、我が国にわずか 3 名しかいない NIOSH B reader である。このことから ILO 国際じん肺エックス線分類に精通しており、さらに、これを補完する職業・環境起因性呼吸器疾患のための国際 HRCT 分類の提案者である。これまで、じん肺検診を行う医師の指導を我が国は元より、ILO の委託を受けてアジア諸国で行ってきた。その経験から、読影能力の向上は当然必要としても、一次スクリーニングとしてマンモグラフィーの R 2 のような自動判定を行うことができないかと検討を行ってきた。

2. 研究の目的

これまでに、DICOM ビュアーと参照画像を同時に表示可能な ICOERD Viewer を富士通と共に開発して、RSNA で発表 (2007) した。その後、テクスチャー解析を活用したじん肺 HRCT の自動判定ソフトを開発してきた。特徴的な放射線医学的所見を示す職業性肺疾患に、人工知能による判別アルゴリズムを開発して、自動診断を実現しようとするものである。従来より、胸部単純エックス線画像による職業性肺疾患によって診断、重症度分類が行われ、労災認定などの社会医学的措置の根拠となってきた。一方で、その判定には熟練が必要であり、米国において行われている読影医の認定試験では、合格率が 50% 程度であって、全米でわずか 300 名ほどが NIOSH B reader として認定されているのみである。我が国ではじん肺読影に資格を必要としないが、各県二名ずつのじん肺診査医が最終判定を行う形を取っている。そこで、我々は、びまん性の粒状影あるいは不整形陰影を特徴とする胸部画像所見を指摘できる人工知能を構築して、じん肺の小陰影の自動判定を実現する。

3. 研究の方法

胸部画像については、NIH が提供する約 10 万例の胸部エックス線を使って、複数の自動診断の取組がなされて、良好な結果が得られている。胸部単純エックス線画像は、従来のアナログ写真のデジタイズでも、デジタルエックス線画像であっても、10MB 程

度の容量があるが、各画像の解像度は 224x224 に落とされ、利用されている。これは計算量の制約が大きく、Deep Learning のフレームワークが制限しているためである。じん肺画像は、径 1.5mm までの p-type, 1.5-3mm までの q-type の粒状影を検出する必要があるが、これまで AI の対象となってきた結節影や浸潤影とは特徴が異なる微細なびまん性陰影であるため、この解像度にした場合に十分な画質が保たれない可能性がある。このため、解像度を変化させながら、適切な条件を検討する。

対象とするデータセットは、胸部単純エックス線画像を用いる。胸部単純エックス線画像については、機械学習用に解像度を落とした圧縮データを作成して利用する。

これらに対して、特に、びまん性陰影のある症例についてはびまん性肺疾患に詳しい放射線科医、専門家によって読影を行い、胸部単純エックス線については ILO 分類、CT については ICOERD を用いて読影結果を記載して正解を作成し、人工知能による自動判定と対比することができるよう準備する。これらの事前準備作業は高知大チームが実施する。

人工知能による自動判定を実現するために、本研究では、二つのアプローチを取る。第一のアプローチは、エキスパートの読影プロセスを学び、そのように読影結果を導く、エキスパートシステムの構築である。このアプローチでは、旧来型の人工知能ともいえるもので、事前に専門家の診断のポイントとなる特徴量を学ばせておき、それによって人工知能が専門家と同様の判断をあたらしい症例に対しても行うことができるようになるものである。旧来型との違いは、ハードウェアの進歩によって膨大な計算が可能になったことと、人工知能に使われる高性能なニューラルネットワークのソフトウェアが利用可能になったことであり、旧来型エキスパートシステムの限界を克服することができる。胸部エックス線と胸部 CT において、それぞれ ILO 分類と ICOERD 分類が示す特徴的所見のそれぞれの有無を確認しながら、最終判定に至るシステムを作成する。

第二のアプローチは、いわゆる深層学習 (Deep Learning) による自動判定である。ニューラルネットワークによる深層学習によって胸部エックス線あるいは胸部 CT の画像を大量に学ばせ、そこから、じん肺画像をピックアップして重症度の判定という期待される結果 (報酬) が最大化する行動をプログラム自体が学習して、選択を行うようになり、さらに、行った選択についての評価もプログラム自体で更新していく強化学習を活用して行う。これは例えば SNS などで活用されている顔認識のようなもので、典型例を元にプログラム自体が学習して、判別するようになる。

4 . 研究成果

アメリカ国立衛生研究所 (NIH) が公開する胸部単純エックス線画像 112,120 枚をデータセットとして用いる。その内、104,266 枚 (93%) を訓練用、6,336 枚 (5.6%) を検証用、1,518 枚 (1.4%) を評価用として用いる。Google が開発した機械学習用ライブラリ Tensorflow に組み込まれている、複数の学習済みモデル (VGG19、InceptionV3、ResNet50、

DenseNet121、NASNetMobile)を用いて、ファインチューニングにより学習を行い、14種類の疾患を診断する。その後、検証用データ1,518枚を用いて学習結果の精度を測定した。孤立性病変においては有用な結果が得られることが確認できた。解像度を大きくする、さらに多くのニューラルネットワークモデルを検証する、新たなニューラルネットワークモデルを構築する、データセットの質を向上させる、といった方法によって精度改善の余地が大いにあると考えられた。

その後、独自のじん肺画像を用いての機械学習の方法を工夫することにより、びまん性の粒状影を判定できるアルゴリズムが出来上がってきた。その詳細については、現在、大学院生の修士論文として準備中である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計4件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 野村與珠亜一國、JP Naw Awn、菅沼成文
2. 発表標題 Deep Learningによる画像解析を用いた肺疾患自動診断の実用可能性検討
3. 学会等名 第93回日本産業衛生学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野村與珠亜一國、JP Naw Awn、菅沼成文
2. 発表標題 Deep Learningによる画像解析を用いた肺疾患自動診断の実用可能性検討
3. 学会等名 第63回中国四国合同産業衛生学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Narufumi Suganuma
2. 発表標題 Use of Chest X-Ray and Chest CT in Diagnosis of Dust-Related Pulmonary Diseases
3. 学会等名 16th Scientific Respiratory Medicine Meeting 2019 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Narufumi Suganuma
2. 発表標題 Use of Chest X-Ray and Chest CT in Diagnosis of Dust-Related Pulmonary Diseases
3. 学会等名 Asian Intensive Reading of Radiographs for Pneumoconioses According to ILO Classification The 1st Viet Nam AIR Pneumo Training Course (招待講演)
4. 発表年 2019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
研究 分担 者	吉田 真一 (Yoshida Shinichi) (30334519)	高知工科大学・情報学群・教授 (26402)	

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
---------	---------