

令和 6 年 4 月 23 日現在

機関番号：24405

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K16734

研究課題名（和文）ディープラーニングを用いた診断補助アルゴリズムに対する誤認知の検討

研究課題名（英文）Examination of Misrecognition in Diagnostic Support Algorithms Using Deep Learning

研究代表者

本条 隆（Honjo, Takashi）

大阪公立大学・大学院医学研究科・研究員

研究者番号：30779492

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、初期は誤認知の研究を行ったが、理想的な動作が実現できずピボットし、マンモグラフィ画像における微小石灰化の視認性向上を目指してディープラーニングを基にした超解像技術の開発を行った。AIを用いることで、微小石灰化をより明確に描出することが可能となり、早期の乳がん発見に寄与する可能性が示された。評価は、視覚に基づく画質評価（PIQE）と放射線科医による目視評価を用いて行われ、AIによる画像は原画像よりも高い評価を受けた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって開発された超解像技術は、乳がんの早期発見に直接貢献することが期待される。特に、従来のマンモグラフィでは見逃されがちな微小石灰化の視認性が向上し、乳がん診断の精度が向上する可能性が示された。学術的には、ディープラーニングを応用した画像処理技術の進展を示し、放射線画像診断分野における新たな基準を設けることに貢献している。社会的には、この技術が実用化されれば、乳がんによる死亡率の低減に寄与すると同時に、医療現場での診断支援ツールとしての役割を果たす。

研究成果の概要（英文）：In this study, initial research focused on misrecognition was conducted, but due to the failure to achieve ideal performance, we pivoted to developing deep learning-based super-resolution technology aimed at improving the visibility of microcalcifications in mammography images. By using AI, it became possible to more clearly depict microcalcifications, potentially contributing to the early detection of breast cancer. The evaluation was conducted using a perception-based image quality evaluation (PIQE) and visual assessment by radiologists, with AI-enhanced images receiving higher ratings than the original images.

研究分野：放射線診断学・IVR学

キーワード：人工知能 AI 深層学習 Deep learning

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

本研究課題の申請時における背景には、ディープラーニングに基づく診断補助アルゴリズムが、医療分野での使用が急速に進んでいる状況があった。特に、放射線画像診断分野では、ディープラーニングを用いたアルゴリズムが専門医同等以上の診断能を示していた。しかし、ディープラーニングは微細なノイズによって誤認知を引き起こされうるという欠点も指摘されていた。この問題は放射線画像診断分野において特に重要で、誤診を引き起こす可能性があるため、誤認知のリスクを低減する方法の研究が求められていた。また、放射線画像の微細な構造を識別する能力は乳がん診断の精度を大幅に向上させるため、この分野における画像解析技術の進化が強く望まれていた。これらの背景から、ディープラーニングを用いた診断補助アルゴリズムの誤認知問題に対処するとともに、放射線画像の解像度を向上させる新たな技術の開発に焦点を当てた研究が計画された。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ディープラーニングを用いた診断補助アルゴリズムの誤認知問題を検証し、その誤認知が発生する原因を明らかにすることであった。さらに、その知見を基にして、誤認知を引き起こすリスクを低減するための改善策を提案することが主な狙いである。しかし、そのモデルが理想的な挙動を示さなかったためピボットし、放射線画像診断におけるマンモグラフィから見える微小石灰化の識別能力を高めることにより、乳がんの早期発見と診断の精度を向上させることを目指すモデル作成と検証に切り替えた。この研究によって開発される超解像技術は、低解像度のマンモグラフィ画像から高解像度の画像を生成し、より詳細な情報を提供することが期待されている。これにより、放射線科医がより正確な診断を下すための支援が可能となり、乳がん治療の臨床成果を向上させることができると考えられる。

3. 研究の方法

本研究では、ディープラーニングを基にした超解像技術をマンモグラフィ画像の高解像度化に適用する方法を開発した。具体的な研究手順は以下の通りである。まず、マンモグラフィ画像から微小石灰化が確認される乳がんのケースを収集し、これらの低解像度画像を用いて訓練データセットを構築した。次に、ディープラーニングに基づく超解像モデル (FSRCNN をベースとしたアルゴリズム) を訓練し、これをマンモグラフィ画像の解像度向上に適用した。モデルの訓練には、ImageNet データセットで事前に学習した畳み込みニューラルネットワークを使用し、さらに独自のデータセットでファインチューニングを行った。

超解像処理された画像は、従来のマンモグラフィ画像と比較して、放射線科医による目視評価と PIQE (視認性に基づく画質評価) を用いて定量的・定性的に評価された。評価では、微小石灰化の検出能力、診断品質、コントラスト、鮮明さが重視された。さらに、超解像モデルが生成した画像のノイズレベルと全体的な画像品質も評価の対象とされた。

統計的分析には、Wilcoxon 符号順位検定と対応あり t 検定を使用し、超解像画像とオリジナル画像間の定量的な画質スコアの違いを検証した。これにより、超解像技術がマンモグラフィ画像の診断における有効性と安全性を科学的に評価することが可能となった。

4. 研究成果

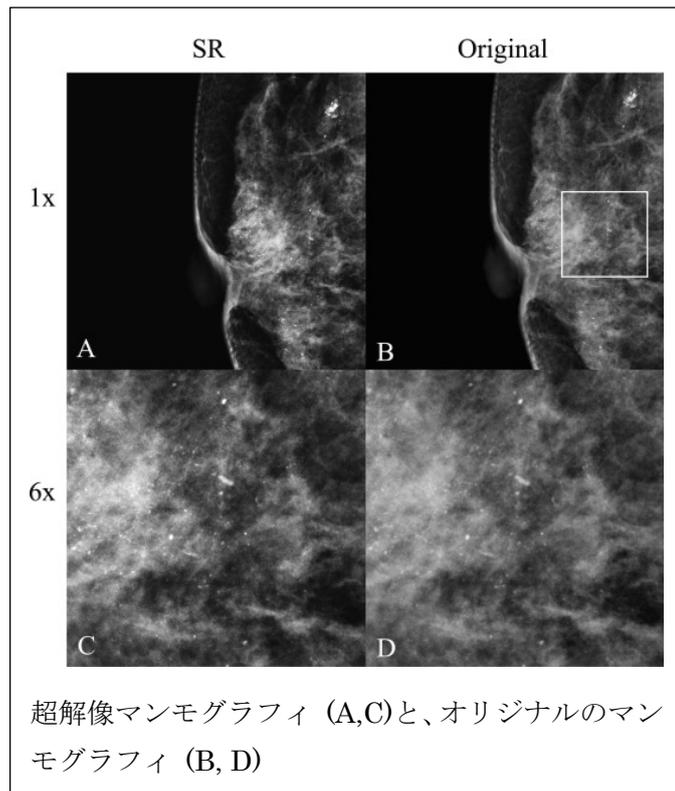
本研究では、ディープラーニングを基にした超解像技術を用いてマンモグラフィ画像の解像

度を向上させることができた。特に微小石灰化の視認性が改善され、放射線科医による乳がんの診断支援が向上する結果が得られた。超解像技術により生成された画像は、オリジナルのマンモグラフィ画像に比べて、検出能力、診断品質、コントラスト、鮮明さの各評価項目で統計的に有意に優れていた。また、PIQE スコアによる画質評価でも、超解像画像がオリジナル画像より優れていることが示された。

この研究成果は、放射線画像診断におけるAI技術の進化を示すものであり、学術的には超解像技術を用いた新たな画像処理の可能性を開拓した。さらに、当初予期していなかった

が、超解像技術がマンモグラフィの画像以外にも応用可能であることが明らかになり、他の医療画像分野への展開も期待される。社会的には、この技術が広く導入されれば、乳がんの早期発見と正確な診断に貢献し、乳がんによる死亡率を低減する可能性が高まる。また、診断の精度向上は医療費の削減にも繋がりうる。

今後の展望としては、超解像技術のさらなる精度向上と、実際の臨床現場での試験運用を計画している。これにより、技術の実用性と臨床効果をさらに検証し、最終的には日常の医療診断プロセスに組み込むことを目指す。また、この技術を基にした新たな診断支援ツールの開発も進めていく予定である。



5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Takashi Honjo, Daiju Ueda, Yutaka, Katayama, Akitoshi Shimazaki, Atsushi Jogo, Ken Kageyama, Kazuki Murai, Hiroyuki Tatekawa, Shinya Fukumoto, Akira Yamamoto, Yukio Miki	4. 巻 154
2. 論文標題 Visual and quantitative evaluation of microcalcifications in mammograms with deep learning-based super-resolution	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 European Journal of Radiology	6. 最初と最後の頁 110433
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.ejrad.2022.110433	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------	---------