

令和元年5月23日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K10266

研究課題名(和文) デジタルマンモグラフィ診断支援システムの開発

研究課題名(英文) Development of digital mammography diagnostic support system

研究代表者

石橋 忠司 (Ishibashi, Tadashi)

東北大学・医学系研究科・名誉教授

研究者番号：40151401

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：マンモグラフィ乳癌検診は生命予後を改善できる費用対効果に優れた手法である。しかし、診断精度は医師の経験などによって大きく異なる。医師の診断支援法としてAI技術を活用したCADが注目されつつある。我々は2万例を超えた正常乳房、癌症例のデータベースを構築し、深層学習法を用いたCADを開発することに成功した。このソフトを搭載した診断ワークステーションを試作し、石灰化病変、腫瘤病変の検出率が既存のCADより優れていることを確認できた。同時に将来の個別化医療を見据えて、正確な乳腺量を測定し、既往歴や家族歴などから乳癌のリスクファクターを計算できるレポート管理支援ソフトを開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

日本のマンモグラフィ検診では精度管理のために医師2名による読影を義務化している。医師の負担増、経費増などで日本では検診率が低く、目標に達していない。精度の悪い検診では要精査率を高めてしまい、医療機関での精密検査などの医療費負担増も問題となっている。そのためにも経験豊富な専門医と同等のCADの開発、普及が社会的ニーズとなっている。近年の深層学習法を用いたAICADに新たに期待されるようになってきた。我々が開発したCAD搭載の読影支援システムは、既存のCADより優れた感度、特異度を有し、これらの社会的ニーズの答えられることができると思われる。

研究成果の概要(英文)：Mammographic breast cancer screening is a cost-effective way to improve survival. However, diagnostic accuracy greatly varies depending on experience of the doctor. CAD using AI technology is attracting attention as a diagnostic support method for doctors. We constructed a database of over 20,000 normal breast and cancer cases and succeeded in developing CAD using deep learning. We made a diagnostic workstation equipped with this software, and confirmed that the detection rate of calcified lesions and mass lesions was superior to existing CAD. At the same time, we developed a report management support software that can accurately measure breast tissue and calculate breast cancer risk factors from past medical history and family history, with a view to future personalized medicine.

研究分野：画像診断

キーワード：デジタルマンモグラフィ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本人女性のがん罹患率第1位は乳がんであり、早期発見、早期治療による生命予後改善が社会的急務となっている。マンモグラフィによる検診が早期乳がんの発見には最も有効とされるが、マンモグラフィにて病変の陰影となる微小石灰化や腫瘤陰影を発見するには経験豊富な医師の二重読影が必要とされている。経験豊富な医師の確保は難しく、市区町村での要精査率が異なり、見落としを心配し疑陽性が多くなると、医療機関での再検査などで、医療費高騰が問題となっている。そこで、近年の AI 技術の進歩によるコンピュータ診断支援(Computer Aided Detection=CAD)が注目され、その活用が期待されている。

2. 研究の目的

マンモグラフィはデジタル撮影技術の進歩で高精細なデジタルマンモグラフィデータが取得できるようになっている。また、深層学習法などの AI 技術革新によって、人の能力を上回る高度な診断支援が可能となった領域も出現し、デジタルマンモグラフィ診断の領域でもその可能性が高まってきている。そこで、我々は深層学習手法を活用した新たな CAD ソフトを開発し、レポートシステムを含むワークステーションを開発して、その精度、有効性を検証しようとするものである。

3. 研究の方法

深層学習方法を用いたソフトを開発するに当たり、多くの診断確定した正常、異常のマンモグラムのデータベースの構築が不可欠である。共同研究協力医療機関の約 30,000 件の匿名化した過去のマンモグラフィ画像を、倫理委員会にて承認後、研究用として用いた。画像は専門医にて再レビューし、病変、病変疑いの位置情報、カテゴリ情報などを入力し、コンピュータ言語のデータベースを構築した。CAD ソフトをワークステーションに搭載し、その精度を検証した。

4. 研究成果

(1) データベースの構築：約 30,000 例の内訳と判定基準を示す。2 年の間隔で乳がん検診を受診し、2 度目に異常なしとされた初回の画像は正常と判定した。要精密検査とされた受診者は約 7% で 2,100 例であった。その後、病理検査や手術で乳がんと診断されたものは約 300 例で、その他は乳腺症や良性疾患と確定された。ビューアソフトを改良し、乳がんを疑う症例で、石灰化の場合は実線で、腫瘤または構築の乱れの場合には破線で病変部をとり囲み、その確信度を 10 段階にて入力した。CAD SR データとして登録し、経験豊富な医師の正解とした。

(2) 乳がんリスク分析：乳がん罹患のリスクファクターは欧米にて分析が進んでいるが、日本人のデータは少なく、確定していない。乳腺量と発癌率との正の相関が知られているが、日本人のデータはない。そこで、前向き研究するために、正確な乳腺量を計算するソフトを開発した。MLO マンモグラフィの画像から大胸筋部分を除外し、乳腺組織を画像の閾値から抽出し、撮影時の乳房厚、管電圧、ターゲット管球、撮影装置から推定するものである。補正値は乳房用ファントムのデータから求めている。このデータと医師がマンモグラフィ画像から視覚的に判定した乳腺量とのテストでは、優れた正の相関が得られた。このソフトは報告書作成ワークステーションに搭載した。

(3) CAD ソフト開発と検証：我々独自に開発した深層学習法を用いて CAD を開発した。我々の提案する病変候補の検出は、検出対象領域の抽出、病変候補領域の抽出(図1)、画像の作成の3ステップで構成される。その後、深層学習による病変候補の識別を行う。Class model visualization(CMV)の手法を用いて、提案法による深層学習が腫瘤と正常乳腺の識別に必要な特徴を適切に獲得していることを確認した。前処理にて多くの偽陽性病変を含む候補を抽出し、第2段階の深層学習処理にて病変部位を選び出していると考えられる。報告書作成のビューアソフト上で、石灰化病変では実線で、腫瘤、構築の乱れを疑う場合には破線で病変をマンモグラフィ上にトレースしたデータは CAD SR データとして書き出すことができた。石灰化病変は人の検出率より優れていることが判明した。微細石灰化は人の認知機能より優れているが、血管壁石灰化などを検出するため、まだ自動診断は難しく、医師の最終判断が必要と考える。また、腫瘤陰影、構築の乱れに関しても既存のソフトより優れていたが、さらに多くの症例の学習が必要と思われた。さらに多くの正常、がん病変を学習することでソフトの進化、バージョンアップが必要と考える。

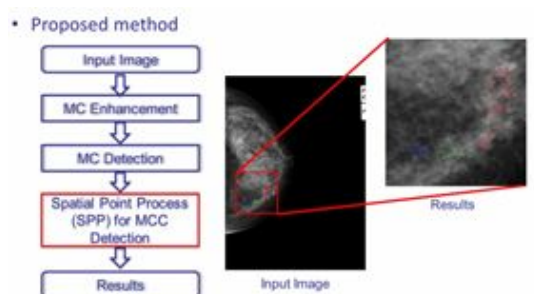


図1：マンモグラフィから石灰化抽出例

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

1. 鈴木真太郎、張曉勇、本間経康、市地慶、高根侑美、柳垣聡、川住祐介、石橋忠司、吉澤誠、
乳癌検出のための深層学習を用いた計算機支援画像診断システム 計測自動制御学会論文
集 Vol.54 No.8:659-669, 2018
2. Zhang X, Sasaki T, Suzuki S, Takane Y, Kawasumi Y, Ishibashi, T, Homma N, Yoshizawa
M. Classification of Mammographic Masses by Deep Learning. SICE Annual Conference
2017.Vol1:1-4, 2017
3. Takane Y, Kawasumi Y, Sato M, Horie T, Ishibashi T. Evaluating clinical implications
of 15-mega-sub-pixel liquid-crystal display in phase-contrast mammography. Breast
Cancer 23:561-567, 2016. DOI:10.1007/s12282-015-0606-1.

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年:

国内外の別:

取得状況(計 1 件)

名称:産業財産権:乳房画像病変検出システム

発明者:本間 経康、半田 岳志、石橋 忠司

権利者:東北大学

種類:特許

番号:6256984

取得年:2017

国内外の別: 外国

〔その他〕

ホームページ等

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名:本間 経康

ローマ字氏名:Homma Noriyasu

所属研究機関名:東北大学

部局名:医学系研究科

職名:教授

研究者番号(8桁):30282023

研究分担者氏名:森 菜緒子

ローマ字氏名:Mori Naoko

所属研究機関名：東北大学

部局名：大学病院

職名：助教

研究者番号（8桁）：90535064

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。