

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 2 日現在

機関番号：13701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2016

課題番号：26860399

研究課題名(和文) 乳がん画像診断支援のためのマンモグラム - 超音波画像連携システム

研究課題名(英文) Mammogram and ultrasound cooperative system for computer-aided diagnosis of breast imaging

研究代表者

村松 千左子 (Muramatsu, Chisako)

岐阜大学・大学院医学系研究科・特定研究補佐員

研究者番号：80509422

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円

研究成果の概要(和文)：近年乳がん検診におけるマンモグラフィと超音波検査の併用の有用性が認識されている。しかし、検査が増えると読影医の負担が増加する。本研究は診断効率の向上を目指し、両検査の照合を簡単に行えるよう、病変または病変を疑う領域に対して、画像解析を行い有用な情報を提示する診断支援システムの開発を目的とした。

診断の参考となる参照画像の検索では、マンモグラフィまたは超音波画像の単独より、両者を用いることで、より診断に有用な参照画像の選択が可能となった。また、全乳房自動超音波スキャン画像より、自動的に病変を検出する手法の開発に取り組んだ。これにより、マンモグラフィとの自動対応付けの可能性が期待できる。

研究成果の概要(英文)：It has been considered that use of both mammography and ultrasonography is effective for breast cancer screening. However, multimodality screening will increase radiologists' workload. This study aims to develop a computer-aided diagnosis system for multimodality breast image reading for improving diagnostic efficiency.

For retrieving reference images that can be useful for diagnosis of new lesions, more relevant images could be selected by use of both mammograms and ultrasound images than by single modalities. We have also investigated the automated lesion detection on automated whole breast volume scans. The result of the automated detection can be used for automatic assignment of corresponding lesions on mammograms and ultrasound images.

研究分野：医用画像処理

キーワード：マンモグラフィ 乳腺超音波検査 乳がん コンピュータ支援診断

1. 研究開始当初の背景

現在我が国における乳がん検診には、一般的にマンモグラフィが用いられており、通常のリスクを持つ女性に対する乳がんによる死亡率の低下に有用とされている。しかし、一般的にアジア人の女性は乳腺濃度が高く、また日本人女性は乳がんの罹患年齢が欧米に比べて低いこともあり、超音波検査が併用されることも少なくない。近年行われた、マンモグラフィ検診に超音波検査を付加することの有用性を検証した大規模な試験では、併用の有用性が示唆され、今後併用がスタンダードとなる可能性がある。

一方、近年欧米では自動スキャナにより全乳房の3次元ボリュームデータを取得する超音波装置が注目を集めており、検診への適用が進みつつある。米国では高濃度乳腺の女性に対し、その事実とリスクについて知らせる義務を課した条例が導入されており、検診での超音波検査の使用が進むことが予測される。

検査の併用により、診断医の読影負担はますます増える。特に、ボリュームスキャンでは、片乳房あたり数百～数千スライスの画像が生成されるため、読影時間の延長が懸念される。これまでに、画像読影の補助のためのコンピュータ支援診断の研究がすすめられ、マンモグラフィでの有用性が認められている。超音波検査に関しては、研究が進んでいるが、両者の併用時の読影を支援するシステムの開発が望まれる。

2. 研究の目的

そこで、本研究の目的はマンモグラフィと乳腺超音波検査の併用読影を支援するコンピュータ支援診断システムの開発である。例えば、片方の検査で見つかった病変または病変を疑う領域に対して、もう一方の検査画像での対象領域を解析し、画像から得られる情報や参照症例を提示することにより、診断精度と診断効率の向上を支援することを目指した。

3. 研究の方法

(1) マンモグラフィと超音波画像の両方を生じた病変の良悪性鑑別と類似画像検索

初めにマンモグラムと超音波画像上の対応する腫瘍病変のデータベースを作成した。参照となる類似した症例を検索するために、そのゴールドスタンダードとなる類似度を、乳房画像の専門読影医より取得した。マンモグラムに関しては、これまでの研究ですでに取得していたため、同症例の超音波画像について類似度を取得し、その後一定期間を置いて併用読影時の類似度を取得した。超音波単独読影については9名、併用読影については7名の専門読影医から協力を得た。

それぞれの画像から特徴量を計算し、機械学習により画像特徴と読影医による類似度の関係を学習させ、未知の画像に対する類似

度を決定した。類似度をもとに診断対象の画像に対して参考となる画像の検索を行い、検索された画像と対象画像の病理の一致率を適合率として評価した。

(2) 全乳房自動超音波スキャンにおける腫瘍の自動検出

マンモグラフィと全乳房超音波スキャンにおける病変を自動対応づけし、両者の比較を容易にするための技術開発を行った。初めに全乳房自動ボリュームスキャンのデータベースを構築し、腫瘍の位置を確認した。次に、画像解析により腫瘍の自動検出を行った。辺縁のエッジ情報をもとに腫瘍の強調を行う集中度フィルタを利用し、初期検出を行った。初期検出では多くの偽陽性候補が同時に検出されるため、その削減のために人工知能技術を用いた深層畳み込みニューラルネットワークを利用して腫瘍と偽陽性候補の分類を行った。

4. 研究成果

(1) 初めに読影医による主観的類似度を評価した。主観的類似度を用いて画像検索を行った結果、超音波画像を対象としたときにマンモグラフィと同様に高い適合率で画像検索ができた。また、併用読影時の類似度を用いた場合にさらに適合率が上昇したことから、併用読影による類似度が有用であることが分かった。(図1)

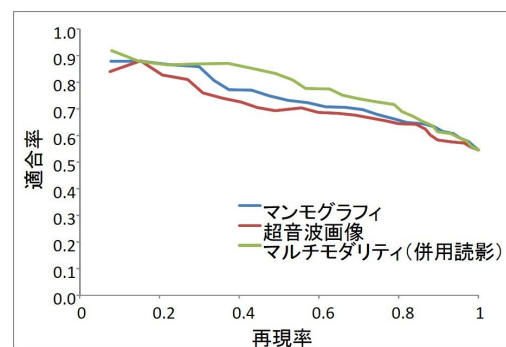


図1 主観的類似度を用いた検索画像の適合率

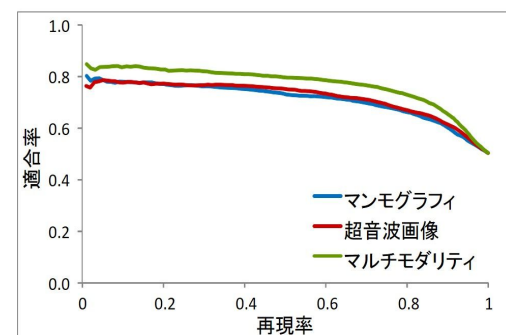


図2 機械学習により得られた類似度を用いた検索画像の適合率

次に主観的類似度を用いて機械学習による類似度を決定した。超音波画像単独の場合、マンモグラフィよりわずかに適合率が高かった。また、両者を用いた場合、さらにわずかに適合率が上昇した。いずれも約80%の高い適合率で画像検索ができ、機械学習により得られた類似度を用いて検索された参照画像は、診断に有用な可能性があることが示唆された。(図2)

(2) 全乳房超音波スキャンにおける腫瘍の自動検出法を検討した。初期検出では88%の腫瘍を検出することが可能であったが、非常に多くの偽陽性候補も検出された。深層学習を用いた偽陽性削除では、約10%の検出率の減少で、63%の偽陽性候補を削減することが可能であった。今後手法の改良と、パラメータの最適化、症例数の追加を行うことにより、更なる精度の向上が期待できる。自動検出結果を用いることにより、マンモグラフィで見つかった病変との対応付けが容易になり、併用読影の効率化に貢献できる可能性がある。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

Y. Hiramatsu, C. Muramatsu, H. Kobayashi, T. Hara, H. Fujita, Automated detection of masses on whole breast volume ultrasound scanner: false positive reduction using deep convolutional neural network. Proceedings of SPIE Medical Imaging, vol.10134, pp.101342S-1-101342S-6, 2017. DOI: 10.1117/12.2254581, 査読有
C. Muramatsu, T. Hara, T. Endo, H. Fujita, Breast mass classification on mammograms using radial local ternary patterns, Computers in Biology and Medicine, vol.72, pp.43-53, 2016. DOI: 10.1016/j.compbiomed.2016.03.007, 査読有
C. Muramatsu, T. Takahashi, T. Morita, T. Endo, H. Fujita, Similar image retrieval of breast masses on ultrasonography using subjective data and multidimensional scaling, IWDM Springer Lecture Notes in Computer Science, vol.9699, pp.43-50, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-41546-8_6, 査読有
高橋徹哉, 村松千左子, 平松祐哉, 森田孝子, 原武史, 遠藤登紀子, 藤田広志, マンモグラムと乳腺超音波画像の併用による腫瘍の類似画像検索 多次元尺度構成法に基づく心理物理的類似度の検討, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.115, pp.161-164, 2016. http://www.ieice.org/ken/search/index.php?search_mode=form&year=39&psort

=1&pskey=code%3AMI2015-107&ps1=1&ps2=1&ps3=1&ps4=1&ps5=1&layout=text&lang=, 査読無

C. Muramatsu, M. Zhang, T. Hara, T. Endo, H. Fujita, Differentiation of malignant and benign masses on mammograms using radial local ternary pattern, IWDM Springer Lecture Notes in Computer Science, vol.8539, pp.628-634, 2014. DOI: 10.1007/978-3-319-07887-8_87, 査読有

[学会発表](計12件)

Y. Hiramatsu, C. Muramatsu, H. Kobayashi, T. Hara, H. Fujita, Automated detection of masses on whole breast volume ultrasound scanner: false positive reduction using deep convolutional neural networks, SPIE Medical Imaging, Feb. 12-17, 2017, Orlando (USA)

C. Muramatsu, H. Fujita, Image retrieval of breast masses as diagnostic references on mammography and ultrasonography, The 22nd International Conference on Medical Physics, Dec. 9-12, 2016, Bangkok (Thailand)

樋口峻市, 村松千左子, 原武史, 藤田広志, マンモグラムと乳腺超音波画像を併用した腫瘍の類似画像検索の改善, 日本生体医工学会東海支部学術集会, 2016年10月22日, スズケン本社(名古屋市)
平松祐哉, 村松千左子, 小林宏暢, 原武史, 藤田広志, 三次元乳腺超音波画像における腫瘍の自動検出, 日本医用画像工学会大会, 2016年7月21-23日, 千葉大学

C. Muramatsu, R. Takahashi, T. Morita, T. Endo, H. Fujita, Similar image retrieval of breast masses on ultrasonography using subjective data and multidimensional scaling, IWDM, June 19-22, 2016, Malmo (Sweden)

高橋徹哉, 村松千左子, 平松祐哉, 森田孝子, 原武史, 遠藤登喜子, 藤田広志, マンモグラムと乳腺超音波画像の併用による腫瘍の類似画像検索 多次元尺度構成法に基づく心理物理的類似度の検討, 電子情報通信学会医用画像研究会, 2016年1月19-20日, 那覇市ぶんかテンプス館

T. Takahashi, C. Muramatsu, T. Morita, T. Endo, K. Doi, H. Fujita, Similar image retrieval as a diagnostic aid: comparison of subjective similarity ratings for breast masses on mammography and ultrasonography, Annual Meeting of Radiological Society of North America, Nov 29- Dec 4, 2015,

Chicago (USA)

平松祐哉, 村松千左子, 原武史, 藤田広志, マンモグラムと乳腺超音波画像における総合的良悪性鑑別システムの検討, 日本生体医工学会東海支部学術集会, 2015年10月17日, スズケン本社(名古屋市)

高橋徹哉, 村松千左子, 平松祐哉, 森田孝子, 原武史, 遠藤登喜子, 藤田広志, 乳腺超音波画像上の腫瘍の類似画像検索のための多次元尺度法に基づく心理物理的類似度の検討. 医用画像情報学会平成27年度秋季大会, 2015年10月17日, 北海道大学

高橋徹哉, 村松千左子, 原武史, 藤田広志, マンモグラムにおける腫瘍陰影の類似画像検索のためのクラスタリングに基づく心理物理類似度の検討, 日本医用画像工学会大会, 2017年7月24-26日, 慈恵医大

C. Muramatsu, M. Zhang, T. Hara, T. Endo, H. Fujita, Differentiation of malignant and benign masses on mammograms using radial local ternary pattern, International Workshop on Breast Imaging, June 29-July 2, 2014, じゅうろくプラザ(岐阜市)

C. Muramatsu, Similar images for diagnostic aid: subjective similarity, computerized techniques and clinical utility, International Workshop on Computer-Aided Diagnosis (CARS), June 25-28, 2014, 福岡国際会議場(福岡市)

[図書](計 1件)

C. Muramatsu, H. Fujita, Chapter 65: Computer Analysis of Mammograms, Ed: P. Russo, Handbook of X-ray Imaging - Physics and Technology, CRC Press Taylor & Francis Group (in press)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村松 千左子 (MURAMATSU, Chisako)

岐阜大学・大学院医学系研究科・特定研究

補佐員

研究者番号: 80509422

(4) 研究協力者

藤田 広志 (FUJITA, Hiroshi)

遠藤 登喜子 (ENDO, Tokiko)

森田 孝子 (MORITA, Takako)

小林 宏暢 (KOBAYASHI, Hironobu)