

画質改善処理による乳がん腫瘍影の 良悪性鑑別 CAD の性能向上

Malignant Shadows of Breast Cancer Masses by Image Quality Improvement Processing

2182011 工藤颯馬

指導教員 武尾英哉

英文要旨 In this study, we developed an image quality improvement process that simultaneously improves the granularity and contrast of images to enhance the performance of CAD for benign and malignant classification using MMG images. As a result, the accuracy was improved to 89% when the image quality improvement process was applied, compared to 85% when the MMG images without image quality improvement process were used for benign-malignant classification.

キーワード: 乳がん腫瘍影, CAD, 画質改善処理, 良悪性鑑別, 検診

Keywords: Breast cancer mass shadow, CAD, image quality improvement processing, Classification Benign and Malignant, Screening

1. 背景

日本の乳がん検診において、1次検診に使用される検査方法はマンモグラフィ(MMG)撮影単体法または視触診との併用法が使われる。MMG撮影において乳腺が多く脂肪が少ない「高濃度乳房」や乳腺が発達している30代以下の被験者は、撮影画像において白く映る部分が多くなるため、乳がんの判別が難しくなる。特に乳房腫瘍の判別が難しく、感度・特異度が低くなる傾向にある。乳がんの検診に不可欠なマンモグラフィ(MMG)撮影は、被ばくのリスク、余命損失について飯沼武の研究⁽¹⁾では若年層ほど大きくなるという研究結果がある。

また、MMGは乳がんの形態の中では石灰化の描画に優れているが、乳房腫瘍の識別は難しく、感度・特異度が低くなる傾向にある⁽²⁾。

乳がん検査において1次検診ではバス検診車などで検診MMGが撮影されるが、2次精査ではMRIや診断MMGが使われることが多く、これが検診用画像と診断用画像の画質差に影響してMMGを使用する乳がん検診の感度向上は患者の余命損失を減少させるための重要な課題である。もしMMG撮影画像において乳がん腫瘍の良悪性鑑別精度を高めることが出来れば、より早期の乳がん発見につながると考えられる。

2. 目的

本研究では、画質指標の粒状性とコントラストを同時に改善する画質改善処理⁽³⁾を開発し、検診段階でMMG画像での良悪性鑑別CADを実現することを目標とする。

また、従来の精細化を目的とした画質改善処理ではなく、AIの認識しやすい画像の作成を目指して画像の構造を

抽象化するというアプローチで画質改善処理を開発し、その実用性を実際に画質改善処理した検診用MMG画像をデータベースとしてCAD開発を行い検証した。良悪性鑑別CADはCNNを用いており、学習したAIが画像中のどこに着目して判断しているのかも分析したので報告する⁽⁴⁾。

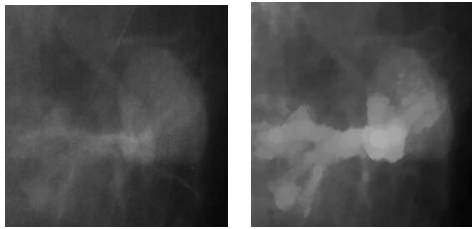
この研究の目標を達成することにより、より早期の悪性腫瘍の発見や、1次検査を行った受診者に対しより具体的な危険性の提示などを行い、2次検査の受診率を向上させる目的がある。

3. 研究手法

今回開発した画質改善処理は、腫瘍辺縁の輪郭と石灰化の存在を強調させるための粒状性改善処理としてモルフォロジー処理を利用し、腫瘍の濃淡やコントラストの差をはっきりさせるためのコントラスト改善処理として強調処理を利用した。この2つの処理を同一の画像に対して連続して行うことで、検診用MMG画像の粒状性とコントラストの改善を図り、像構造を強調することで、良悪性鑑別CADの性能向上を狙う。

4. 結果

以下の図1に画質改善処理によるMMG撮影画像の変化例を示し、表1に画質改善処理による良悪性鑑別処理の精度の変化を示す。



原画像

画像処理後

ノイズ標準偏差：現画像 42.443：処理後 40.703

コントラスト標準偏差：現画像 23.265：処理後 35.408

Fig. 1 Example of changes in mass area due to image processing

Table 1 Accuracy of Machine Learning Differentiation

Processing

	精度 (%)		
	検診用 MMG 画像	画質改善した検診用 MMG 画像	診断用 MMG 画像
CNN(中間 6層)	73	89	80
Vgg16	80	85	90
Alexnet	85	82	83

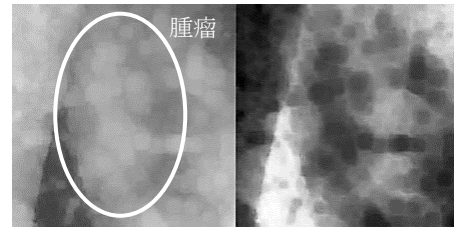
5. 考察

今回開発した画質改善処理（提案手法）により検診用 MMG 画像をデータベースとして使った良悪性鑑別処理の最大精度は 85%から 89%へ 4%の精度向上が確認できた。この時、画質改善処理前の良悪性鑑別処理の性能は、転移学習である Alexnet が最大精度であったのに対し、画質改善処理後の性能は、通常の深層学習である CNN 中間 6 層が最大精度であった。これは、転移学習による事前学習の効果よりも検診用 MMG 画像のみを用いた方が性能が高いことから、MMG という専門性の高い特別な画像においては一般写真画像による事前学習はほぼ不要と言える。加えて、画質改善処理によりノイズの低減、像構造の強調が寄与したと考えられる。

また、Alexnet は全体の精度が画像処理によって変化しなかった。この影響は画質改善処理前の精度が 70%近くと低く、処理後の画像を使った良悪性鑑別も精度上昇が見られなかったために実験を行わなかった CNN 中間 5 層以下のネットワークと傾向が同じであり、転移学習の影響で精度が向上しても中間層（畳み込み層）5 層で比較的簡易な構成の Alexnet では効果が低かったと推測する。

この結果から、ネットワーク構成が簡易な（特に中間層の少ない）AI に関しては高画質化の効果が及ばない可能性があると考えられる。

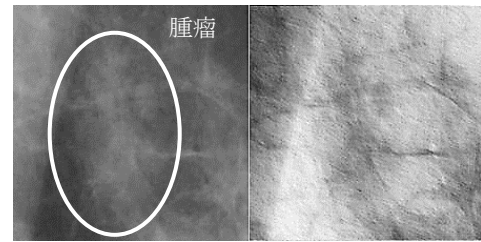
図 2 上に提案手法による画質改善処理の生成画像、図 4 下に従来の精細化を目的とした画質改善処理の生成画像による良悪性鑑別処理において AI が着目した領域の分析結果を示す。それぞれ右図の黒い部分が AI の着目領域である。



原画像

着目領域

提案手法：偽陽性のケース



原画像

着目領域

精細化手法：真陰性のケース

Fig. 2 Machine Learning Analysis

それぞれの着目領域から、提案手法の方が着目部分と着目していない部分のコントラスト差が大きいことがわかる。このことから、鑑別結果の根拠をより分かりやすく医師に示すことができると考えられる。しかし、図 4 擬陽性ケースにおいては、腫瘍の左右部分に強く着目してしまっているように、AI が腫瘍辺縁でなく乳腺部分に強く着目してしまっている時、ミス判定が生じ易かった。

6. まとめと今後の課題

AI による乳がん腫瘍影の良悪性鑑別処理の開発に使用する検診用 MMG 画像の画質改善処理の提案と検討を行った。結果から、画質改善処理による乳がん腫瘍影の良悪性鑑別 CAD の性能向上を達成した。

今回はデータベースごとに画像処理を分け、脂肪性乳房、高濃度乳房に対応する画質改善処理を行ったが、乳腺密度は個人によって違うものであり、より性能の高い実用的な良悪性鑑別処理を行うためには、乳腺密度に基づく自動的な画像の分類とそれに対応して画質改善処理のステータスを変更の実現が必要と考えられる。

文 献

- (1) 飯沼武,2年間隔マンモグラフィ検診の利益リスク分析,14 回日本乳癌検診学会,2004
- (2) 鈴木咲子,角田博子,川上美奈子,他,乳がん検診におけるマンモグラフィ・超音波総合判定基準の有用性,日乳癌検診学会誌,22 巻 1 号,2013, p. 115-122
- (3) 工藤颯馬,安倍和弥,武尾英哉,他,AI による乳がん腫瘍影の良悪性鑑別処理における検診と診断の性能比較と分析, JAMIT2021,P1-03,Oct.2021
- (4) 工藤颯馬,安倍和弥,武尾英哉,他,画質改善処理による乳がん腫瘍影の良悪性鑑別 CAD の性能向 JAMIT2022,OP3-1,29-July.2022