

ニューラルネットによる乳房CR像内の石灰化自動抽出

7F-7

上田 佳明 山本 眞司

豊橋技術科学大学

1 はじめに

初期乳癌を診断する上で微小石灰化像は重要な所見であることが知られている。そこで著者らは石灰化像を乳房CR(computed radiography)像内から抽出するためにニューラルネットワーク(N.N.)を応用し、石灰化であるか否かを判定するフィルターを設計した。そして、Tophat変換による方法[1]と比較の結果、このフィルターによる石灰化領域の抽出判定結果はそのTophat変換とほぼ同等であることがわかった。しかし、N.N.の内部構造が未知のため、このフィルターの能力が必ずしも良くわからない。

そこで本稿では「石灰化」モデルを各種用意しそのモデルに対する応答解析を行なうことによりフィルターの能力を評価した。

2 方法

2.1 ニューラルネットワークの構成

石灰化抽出用のフィルタとして3層構造(169-20-2)バックプロパゲーション形N.N.を用いた。すなわち、N.N.への入力とは512×512画素の画像中の任意の13×13画素とし、その時の入力中心部が石灰化(出力10)か否か(出力01)を判定し出力する2カテゴリ方式とした。このフィルタを512×512の入力画像全域に作用させることにより、石灰化部分が1、その他が0の2値画像を生成させた。N.N.の学習に用いたパラメーター、サンプルは以下の通りである。

2.2 学習パラメーター

学習係数 η	0.005
モーメント α	0.5
収束条件	$\forall p \text{ error}_p < 0.1$

Detection of Calcifications in Mammogram by the Neural Network
Yoshiaki Ueda, Shinji Yamamoto
Toyohashi University of Technology, Toyohashi city,
441 Japan

2.3 学習サンプル

実験に用いた症例の原画像は2048×2048画素/枚の11症例である。学習サンプルはこれらの画像から、石灰化を中心付近に含む領域を50箇所(13×13画素)、正常部分を93箇所選んで、合計143個として使用した。

2.4 石灰化モデル

石灰化モデルは半球形とし、振幅値 h と半径 r とバイアス b の3つのパラメータを持つ。このモデルの濃度値 $C(x, y)$ は次式で与えられる。

$$C(x, y) = \begin{cases} b + \frac{h \cdot \sqrt{x^2 + y^2}}{r}, & \sqrt{x^2 + y^2} \leq r \\ b, & \text{otherwise} \end{cases}$$

石灰化モデルのパラメータの範囲は実際の石灰化像が取り得る値を考慮して次のように決定した。

振幅値 $0 \leq h \leq 100$

半径 $0 \leq r \leq 8$

バイアス $0 \leq b \leq 920$

3 実験結果と考察

2.3に示したような実画像から切り出した学習サンプルを用いてN.N.の学習を行ない、そのN.N.に石灰化モデルを入力する。この時、使用した学習サンプルの振幅値 h とバイアス b がどのような分布であるかを図3,4に示す。

バイアスを図4に見られるような平均的な値($b = 700$)に固定し半径 r と振幅値 h を変化させた。この時のN.N.の出力を図1に示す。また、同様に半径を平均的な値($r = 3$)に固定しバイアス値 b と振幅値 h を変化させた。その時のN.N.の出力を図2に示す。

図1から振幅値 h が低い値を持つものは石灰化ではないと判定される傾向があることが分かる。ここで、振幅値 h が低いもの(特に本稿のサンプルに於いては10以下のもの)は微小ノイズと考えることができるの

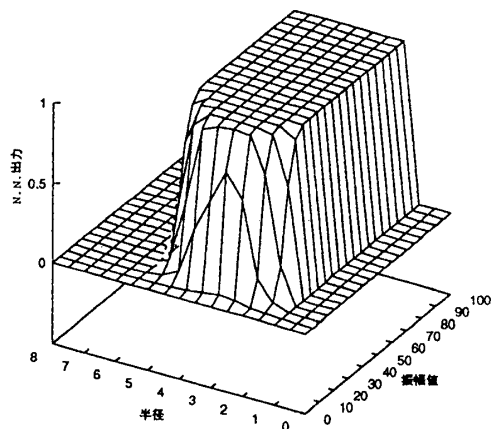
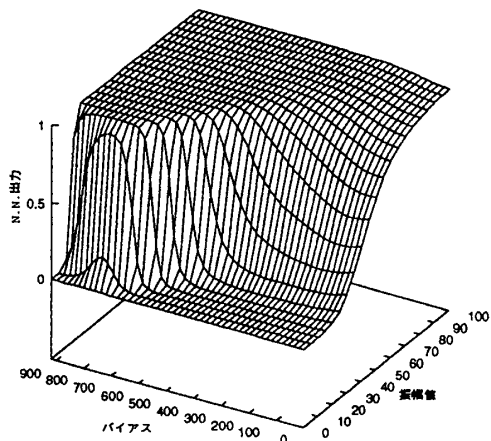
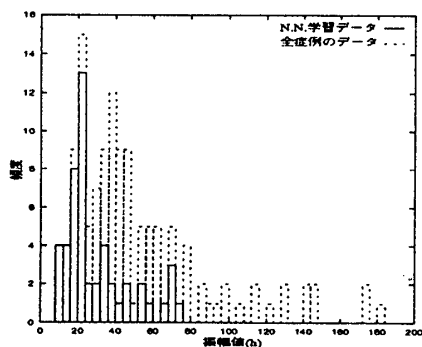
図 1: N.N. 出力値 ($b=700$)図 2: N.N. 出力値 ($r=3$)

図 3: N.N. 学習サンプルの振幅値分布

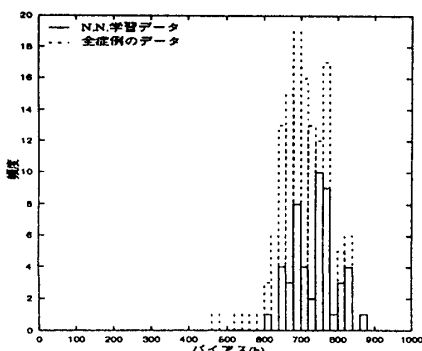


図 4: N.N. 学習サンプルのバイアス分布

でこの点に関して、この N.N. の学習は妥当であるといえる。また、この図から半径が 5.5 以上のものを石灰化であると判定しないことが分かる。これは学習サンプルの中に半径が 5.5 以上の石灰化像が存在していないことが第一の原因と考えられる。また、大きな石灰化は悪性の疾患に直接結び付かないこともあり、微小な石灰化像を対象として N.N. に与える領域のサイズを 13×13 画素とした。このことから、ある程度以上の大きさを持つ石灰化像は正しく認識できないことが予想されていた。しかし、石灰化同士が重なって大きく見える例もあるためこの場合の対策については更に検討する必要がある。

次に、図 2 からは、振幅値 h が 10 から 40 の間においてバイアス b が低くなるにつれて石灰化と判定されずらくなる傾向にあることが読みとれる。 $h = 10 \sim 40$ というのは図 3 より石灰化の発生頻度の高い領域であるので、この少しのバイアスの変化に対して出力が大きく変化するということには問題があると考えられる。従って、今後はバイアスの影響を受けにくくするための学習サンプルの追加ないしは画像前処理の追加を考える必要がある。

4 まとめ

モデルを使用することによって N.N. 内部の学習がどのような形で行なわれているかを明らかにすることができた。その結果バイアスの影響に対する学習が不十分であることが分かったので今後この点の改良を行なう予定である。また先に述べた石灰化同士が重なっているものやそれ以外にも今回使用した N.N. では認識することができなかった石灰化像 (形がいびつな物や振幅値の頂上が台形状になっているもの) に対してもモデルによる解析を行なう予定である。

参考文献

- [1] 大久保なつみ、他：“乳房デジタル X 線像における微小石灰化像の自動抽出”，情報処理学会第 47 回全国大会 Vol. 2 pp. 159-160(1993)