

36.乳房 X 線撮影システム画質評価用ファントムの テンプレートマッチングを用いた位置検出の処理条件の検討

小国町立病院 放射線科 今野 祐治、鈴木 隆二、伊藤 真理

【背景・目的】

乳房 X 線撮影システムの日常点検は、ACR156 ファントムの視覚評価による点数付けによって行われているが、視覚評価の結果には主観的な変動が観られることが報告されている¹⁾。客観的な評価には画質指標を測定する方法があるが、画像内に描出される微細で低コントラストな模擬組織から信頼性のある画質指標値を取得するには高い精度と正確度で関心領域を配置する必要があり、そのためにテンプレートマッチング処理による位置検出と関心領域の配置が有用であると考えた。この処理を用いたファントムの位置検出は既に報告があり、ファントムが傾いて配置されていると、処理の結果に悪影響を及ぼすことが分かっている²⁾。そこで、ファントム画像の傾きを補正することで結果が改善すると考え、本研究ではその処理条件について検討を行うことを目的とした。

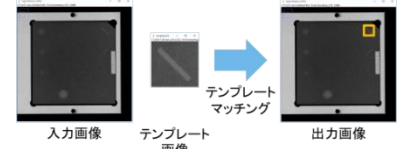


Fig. 1 処理の流れ

【方法】

テンプレートマッチングは入力画像とテンプレート画像の類似度を求めていき、最も類似する位置を算出する処理である(Fig. 1)。本研究では入力画像は実際の日常点検を想定し、撮影のたびにファントムを置き直し、位置と傾きを変えて 30 枚の画像を取得した。テンプレート画像は位置を固定して 10 枚撮影し、ノイズの影響を少なくするために ImageJ で加算平均し取得した。類似度は NSSD(Normalized Sum of Square Difference)を用い、入力画像 I の座標(x, y)における NSSD は以下の式で算出される。

$$NSSD(x, y) = \frac{\sum_{x',y'} (T(x', y') - I(x + x', y + y'))^2}{\sqrt{\sum_{x',y'} T(x', y')^2 \cdot \sum_{x',y'} I(x + x', y + y')^2}}$$

(ただし、入力画像 I、テンプレート画像 T のマトリクスサイズはそれぞれ $W \times H, w \times h$ ($W > w, H > h$) で $x' = 0 \dots w - 1, y' = 0 \dots h - 1$ である)

処理条件は回転幅と回転ピッチとした。回転幅は当院の診療放射線技師 3 名で ImageJ で回転させた画像を供覧(Fig. 2)し決定した。回転ピッチは 0.01, 0.025, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1, 2 度とした。それぞれの回転ピッチにおいて処理を行い角度、処理時間、NSSD を求めた。NSSD の統計学的有意差検定には Dunnett の検定 ($\alpha = 0.05$) を用いた。対照群は回転ピッチ 0.01 度とした。

【使用機器】

乳房撮影システム：AMULET Innovality (富士フィルムメディカル製)、乳房撮影システム画質評価用ファントム：ACR 規格 156 型 (RMI 製)、ImageJ(NIH)、テンプレートマッチング plugin³⁾、ノート PC：CPU：インテル(R) Pentium(R) プロセッサ B940 (2.00GHz / 2MB)、メモリ：4GB [DDR3-SODIMM 4GB PC3-10600 ×1、ハードディスク/SSD：750GB Serial ATA

【結果】

回転幅は技師 3 名の経験則から ±2 度と決定した。回転ピッチごとの結果を Table 1 に示す。回転ピッチが小さくなると、NSSD が低くなり、類似度が良くなる傾向を示したが処理時間は長くなった。Dunnett の検定では回転ピッチ 0.5 度までは有意差は見られなかった。

【結論】

回転幅 ±2 度、回転ピッチ 0.1 度するとき、処理時間が 3 分程度となり処理条件として適すると考える。今後は模擬組織の位置情報と算出された角度から関心領域を配置し画質指標を測定を行い、再現性を検討していきたい。

【参考文献】

- 1) Subjective evaluations of mammographic accreditation phantom images by three observer groups, K. W. Brooks, J. H. Trueblood, and K. J. Kearfott, Invest. Radiol. 29, 42-47, 1994.
- 2) 朝原正喜：乳房撮影システムの画質評価用ファントムの画像を自動評価するためのコンピュータアルゴリズムの開発，2013
- 3) Qingzong TSENG(2015), 「Template Matching and Slice Alignment--- ImageJ Plugins」, <<https://sites.google.com/site/qingzongtseng/template-matching-ij-plugin>>, (参照 2019 年 6 月 6 日)

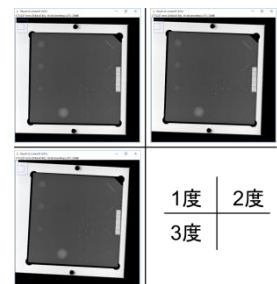


Fig. 2 供覧した画像の一例

Table 1 回転ピッチごとの処理の結果

回転ピッチ [度]	角度[度]		処理時間 [分/1画像]	NSSD		Dunnett の検定
	平均	標準偏差		平均	標準偏差	
0.01	-0.34	0.20	48.6	0.00074	0.00004	-
0.025	-0.34	0.20	19.6	0.00074	0.00004	n.s.
0.05	-0.35	0.20	6.2	0.00074	0.00004	n.s.
0.1	-0.34	0.20	3.1	0.00075	0.00004	n.s.
0.25	-0.33	0.19	1.2	0.00077	0.00005	n.s.
0.5	-0.35	0.27	0.7	0.00081	0.00006	n.s.
1	-0.23	0.43	0.4	0.00103	0.00018	*
2	0.00	0.00	0.3	0.00115	0.00032	*

37. 極小乳房におけるマニュアル撮影条件の検討

小国町立病院 伊藤 真理 今野 祐治 鈴木 隆二

【背景および目的】

デジタルマンモグラフィ装置には、インテリジェントなAECの性能を評価するために、EUREF4thには「局所的高濃度領域(LDA)試験¹⁾」が示されている。これまで我々は、LDAが胸壁端に近い位置にある場合にAECの作動が不安定になることを確認し、極小乳房においてはマニュアル撮影の必要性が示唆されたことを報告した²⁾。今回はLDA試験を応用し、極小乳房を想定したファントムで、厚さごとのマニュアル撮影条件を導き出すことを目的とした。

【使用機器】

乳房X線撮影装置: AMULET Innovality (Fujifilm社)
 D型ファントム: TOR MAM Phantom (Leed Test Objects社)
 PMMAプレート 20×40×2mm(アクロバイオ株式会社)

【撮影条件】

オート撮影(H-mode), i-AEC on / 撮影回数: 5回

【方法】

1. 想定する乳房厚40mm, 30mm, 20mm それぞれの基準SNRの設定

PNL(乳頭線)120mm, 胸壁端(CWE)50mmの位置で、小プレートの厚さを0~10mmに変化させLDA試験を行い、全てのSNRの平均値を算出する。(Fig.1)

2. それぞれの乳房厚ごとに、マニュアル条件でのSNRの変動の確認

極小乳房を想定したPNL30mm, CWE0mmの位置で、方法1で得られた撮影条件で、設定可能なマニュアル条件で、全ての小プレート厚を撮影し、SNRの偏差(=(各点SNR-基準SNR)/基準SNR×100)を算出する。(Fig.2)

3. CDMAMファントムを用いて画質評価

導き出したマニュアル条件で、CDMAMファントム+PMMA(Fig.3)を8回ずつ撮影し、CDMAM Analyzerで解析する。

【結果】

全ての小プレートの厚さで、管理幅(基準SNRの±20%)内または近い条件は、乳房厚40mmでは28kV, 71mAsと80mAs, 乳房厚30mmでは27kV, 63mAs, 乳房厚20mmでは26kV, 45mAsと56mAsとなった。(Fig.4, 5, 6)

さらに、Danceらの報告³⁾の各乳房厚における平均的な乳腺含有率(40mm:50%/小プレート6mm, 30mm:72%/小プレート8mm, 20mm:100%/小プレート10mm)でのSNRの偏差が0%に近い条件を選択することで、より適切な条件を選択できた。また画質評価では、EUREFが示す基準を満たしていた。(Fig.7)

【考察】

LDA試験の結果を参考にしてマニュアル撮影条件を決定することが、AECの作動が不安定な場合においても、同じレベルの安定した画質を得るための一助になると考えられた。さらに、乳腺含有率も考慮して検討することでより適正な線量レベルでの撮影条件を選択することができると考えられた。

【結論】

40mm厚では28kV, 80mAs, 30mm厚では27kV, 80mAs, 20mm厚では26kV, 71mAsを本研究における適切なマニュアル条件とする。

【参考】

- 1) R. Van Engen et al, Supplement of the European Guidelines fourth edition, EC, 2011.
- 2) 「日本人乳房におけるAEC性能評価」, 第8回東北放射線医療技術学術大会
- 3) DR Dance et al, Additional factors for the estimation of mean glandular breast dose using the UK mammography dosimetry protocol, Phys.Med.Biol 45 (2000) 3225-3240

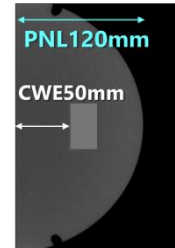


Fig. 1 基準 SNR の算出



Fig. 2 極小乳房の条件決定

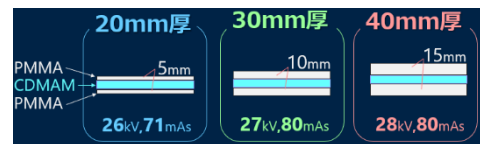


Fig. 3 画質評価方法

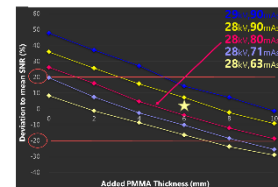


Fig. 4 乳房厚 40mm

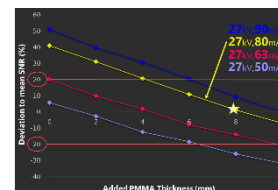


Fig. 5 乳房厚 30mm

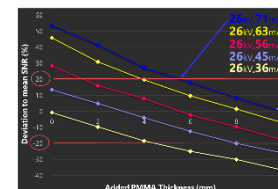


Fig. 6 乳房厚 20mm

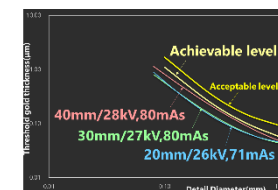


Fig. 7 C-D Curve

38. デジタルマンモグラフィ装置における AEC の特性

公立置賜総合病院 放射線部 ○竹田 亜由美 木村 明菜 土屋 一成
小国町立病院 放射線科 伊藤 真理 今野 祐治

【目的】

マンモグラフィでは、乳腺領域の画質が高品質になるように AEC の安定した作動が重要である。EUREF4th が示す LDA (局所的高濃度領域) 試験を応用し、当院の装置に搭載されている Intelligent AEC の特性を確認した。

【方法】

SIEMENS 社製 MAMMOMAT Inspiration PRIME を使用し、臨床と同じ OPDOSE モードで 2 つの試験を行った。AEC の基本性能を確認するため、矩形ファントムと PMMA プレートを用いて LDA 試験を行った。PMMA プレートの厚さを 2~14mm に変化させ、10 回ずつ撮影した。次に、LDA 試験を応用して D 型ファントム上で胸壁端から 50mm の位置で 2 か所に PMMA プレートを配置し、1 か所は 6mm 厚で固定 (乳腺密度 50% 相当)、もう 1 か所は厚さ 2~14mm と変化させて撮影した。それぞれについて SNR を評価し、mAs 値の変化を確認した。

【結果】

矩形ファントムの LDA 試験では、SNR の偏差がすべての厚さで管理幅である 20% 以内であった (Fig.1)。mAs 値は、プレート厚 10mm まで厚さとともに上昇し、厚さ 12mm で低下した (Fig.2)。2 か所に PMMA プレートを配置した場合の AEC セグメンテーション領域を確認すると、2mm、4mm、6mm、12mm、14mm で 6mm 厚固定の PMMA を感知していた (Fig.3)。8mm、10mm では 8mm、10mm 厚の PMMA を感知していた。また、SNR は全てのパターンにおいて管理幅内となりほぼ一定で安定していた (Fig.1)。mAs 値は、プレート厚 8mm、10mm で厚さとともに上昇し、それ以外はほぼ一定であった (Fig.2)。

【考察】

2 か所に PMMA プレートを配置した場合でも SNR が安定していたのは、AEC がより高濃度の LDA を認識したためと考えられた。PMMA プレート厚 12mm 以上で mAs 値が低下することは、乳腺密度が高すぎる (100% に近い) ことによって異物とみなし、考慮に入れない傾向にあることが示唆された。さらに、AEC セグメンテーションの位置を目視することでより高濃度の LDA を認識したことを確認できた。

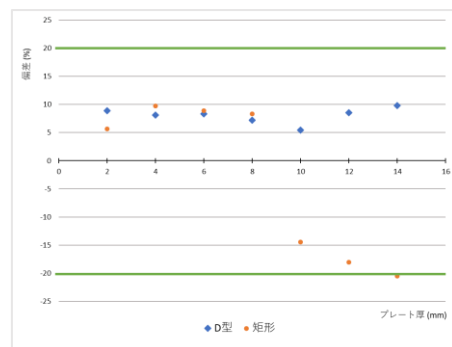


Fig.1 各プレートの偏差

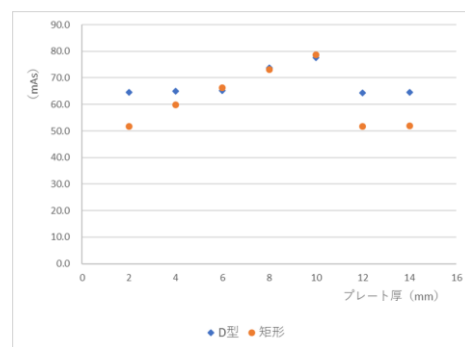


Fig.2 mAs 値の変化

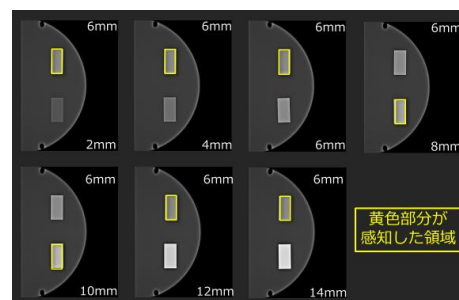


Fig.3 AEC セグメンテーションで感知した領域

39. デジタルブレストトモシンセシスにおける振り角の違いによる深さ分解能の比較

山形県立新庄病院 放射線部 ○工藤 美里 奥山 祝子 名和 洋郁 日塔 美樹
小国町立病院 X線検査室 伊藤 真理 今野 祐治
公立置賜総合病院 放射線部 竹田 亜由美

【背景・目的】

当院では乳房 X 線撮影装置が更新され、AMULET Innovality（富士フィルム社製）が導入された。この装置は、Digital Breast Tomosynthesis（以下、DBT）において振り角の違う ST（standard）mode と HR（High Resolution）mode での撮影が可能である。DBT の画質は X 線管の振り角の違いに大きく影響される。そこで、ST（standard）mode と HR（High Resolution）mode で半値全幅（Full width at half maximum : FWHM）を測定し、深さ分解能を比較することとした。また、位置依存性についても比較した。

【使用機器】

- ・乳房 X 線撮影装置 AMULET Innovality 富士フィルム社製
- ・PMMA ファントム 300×240×10mm 6 枚
- ・1mmAl 球入 PMMA ファントム 300×240×5mm
- ・画像処理ソフト ImageJ

NCCPM(National Co-ordinating Centre for the Physics of Mammography)

【方法】

EUREF 発行の Protocol for the Quality Control of the Physical and Technical Aspects of Digital Breast Tomosynthesis (version 1.03) を参考に、1mmAl 球が配置された 5mm 厚の PMMA ファントムを 10mm 厚の PMMA ファントム 6 枚の間に高さを変えて配置し、35kV、40mAs で各高さ、各モードで 10 回ずつ撮影を行った。得られた画像上の Al 球の信号値から FWHM を測定し、深さ分解能を比較した。

【結果】

FWHM は ST-mode より HR-mode がより小さい値を示した。また、X 軸、Y 軸、Z 軸方向において位置による深さ分解能の変化がみられなかった。

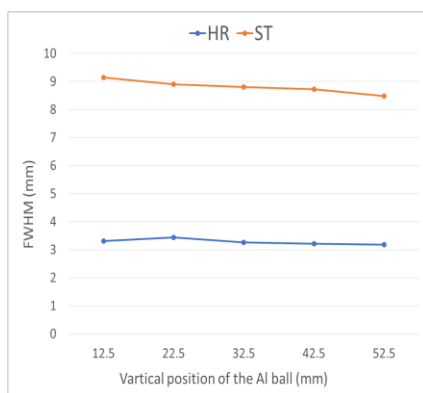


図 1.Z 軸方向における比較

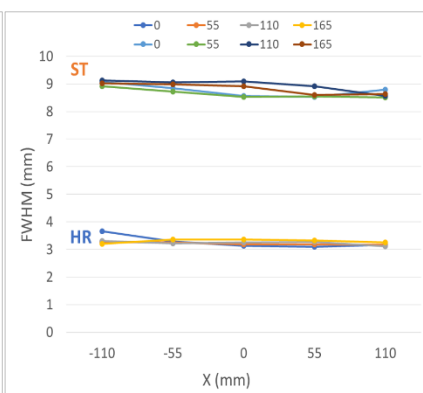


図 2.X 軸方向における比較

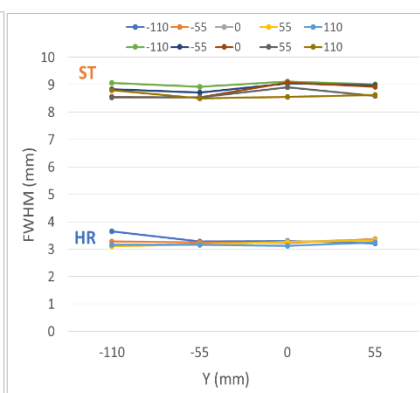


図 3.Y 軸方向における比較

【考察】

HR-mode では、FWHM が ST-mode より小さく、深さ分解能が優れていることが確認できた。乳腺の重なりや病変構造を詳細に分離した描出が可能となり、精査目的に有用である。X 軸、Y 軸、Z 軸方向において位置依存性による深さ分解能の変化がみられなかったため、生検などの位置関係を把握する場合においても有用である。今後は、被ばく線量や撮影時間も合わせて、有益な検査運用について検討していきたい。