

ある。シカゴ大学では、膨大な画像DBから対象画像に類似した画像をいくつか選択して示し対象画像と比較させることで、パターン認識の活用も加えた人の判断に近付けたCADを開発中である。

5. CADの課題と展望 (Fig. 4)

CADは今後もより高い完成度を求めて発展し続けるであろう。この発展のためには、技術の発達に並行して着実に段階的な臨床応用の進展が必要である。そのためには、臨床側のニーズの優先度を開発側がしっかり把握しておかねばならない。マンモグラフィ専用CADは米国を中心に発展してきたが、その需要の質や量は各国における乳癌の頻度や死亡率、検診にかかわり得る人、もの、お金、さらには制度や方法などによっても異なる。例えば、日本ではマンモグラフィ検診の普及に並行して、人、もの、技術のインフラが米

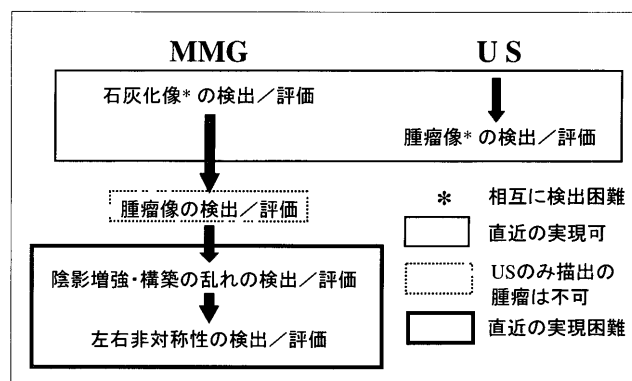


Fig. 4 モダリティ別のCADの進歩と位置付け

国に比べ、はるかによく整備されている超音波検査を無視できない。そのような臨床側の要求や実態を見据えたうえで目標を設定し、柔軟な姿勢で開発を進めていくことが肝要であろう。

4. マンモグラフィCAD開発の技術的な立場から

Symposium

藤田広志

岐阜大学大学院医学研究科知能イメージ情報部門

はじめに

マンモグラフィCADは、米国のR2 Technology社により世界で最初にFDA(米国食品医薬品局)の認可を得て(1998年)、商品化に成功したCADであり、その後さらに二つの企業がFDAの承認を取得し商用化している(2003.7現在)¹⁾。著者の所属する岐阜大学の研究室でも、これまで医師や企業との共同研究により²⁾、マンモグラムをデジタル化する方式のCADシステムを中心に開発を行ってきており、シンポジウムでは工学系の技術的な立場から、マンモグラフィCADシステムの開発の現状と技術的な課題を中心に、主に以下の内容について報告した。

1. 検出と機能の向上

すでに商用化された三つのCADシステムは、コンピュータ支援検出(computer-aided detection, CAD)システムと呼ばれ、腫瘍と微小石灰化クラスタの二つの重要な癌病変の検出のみを対象としている。現在さらに開発や改良が進められている技術的に重要な項目として、これら二つの病変のさらなる検出性能の改善[特に、腫瘍陰影の検出率(TP)向上と偽陽性(FP)数の減少]や、これら以外の病変の自動検出法の開発がある。また、コンピュータ支援診断(computer-aided diagnosis, CAD)システムへの方向性から考えると、良悪性鑑別の処理機能やCADの結果に対する説明機

能の追加が挙げられる。前者の機能については、実験室レベルとしては、すでにかなり性能の高いシステムが開発されている。

その他の病変として医師からの要望が多い重要なものが、「構築の乱れ」(architectural distortion)であり、これは腫瘍形成は明らかではないが、乳腺実質の局所的な引き込み、あるいは歪みと定義される。腫瘍検出アルゴリズムでは基本的には検出が不可能である。われわれの研究室では、乳房スキンラインに引っ張り込みがあるタイプと³⁾、乳腺内に歪みがあるタイプについて自動検出法の開発を行っている⁴⁾。その最近の検出性能は、前者のタイプではTP=94%、FP=2.3個(画像1枚あたり)、後者のタイプではTP=84%、FP=2.4個で、検出率は良いがまだFP数が多く⁴⁾、現在、アルゴリズムの改良を進めている。

2. デンスプレストへの対応

本邦の女性乳房の特徴の一つは、欧米の女性乳房に比べてデンスプレストであることであり、これは若年層で特に顕著である。必然的に、欧米女性を対象として欧米で開発されたマンモグラフィCADシステムを、本邦の画像データに適用した場合に、検出性能に相違が生じて不思議ではない。

われわれが開発中のCADシステムで検討した例であるが、50歳以上の症例における腫瘍の検出性能が

TP=91% (FP=1.1/image)であったものが、50歳未満の症例ではTP=79% (FP=1.4/image)に低下した⁵⁾。これは、後者ではデンスブレスト(あるいはデンス寄り)の割合が多く、そのために検出が困難になり、性能が低下したことが主な原因である。これに対して、CADシステムの検出アルゴリズムのパラメータ調整により(コンピュータでデンス乳房画像を自動認識させることが必要)、微小石灰化クラスタでは調整前のTP=88% (FP=0.16/image)から調整後のTP=97% (FP=0.76/image)に、腫瘍ではTP=67% (FP=1.2/image)からTP=81% (FP=1.3/image)に改善されることを確認しており⁶⁾、FP数は多少増えるが、検出率の向上が可能となることが分かる。このように、本邦におけるマンモグラフィCADシステムでは、デンスブレストに対応した機能を充実させることが特に必要であり有用であると考ええる。

3. 乳腺超音波CADシステムの開発

本邦においては、デンスブレストへの対応も考慮に入れて、超音波画像を利用した検診も多く利用されており、超音波画像のためのCADシステムの開発も複数の研究グループで行われている¹⁾。われわれもこれまでに、検診で利用されている三次元乳腺超音波画像のためのCADシステムを開発している⁷⁾。ソフトウェアの基礎的な開発はかなり終了したと考えているが、むしろ検診用に精度良く高速に画像収集が可能な超音波撮像装置の実用化を待っている状態である。現在、国内外の複数の企業がそのような撮像系システムを開発しており⁸⁾、今後、これらのシステムとCADソフトウェアの融合により、検診で利用されるようになるまでに、それほどの時間はかからないことが予測される。

4. 画質の影響とDRへの対応

一般にCADシステムに入力される画像の画質は、ある一定のレベルに保たれていることが望まれる。本邦で何年か前にマンモグラフィCADの商用機が輸入されたが、残念ながらその後、その商品は販売されなくなってしまった。これには複数の要因が考えられるが、そのなかには、当時、本邦においてマンモグラフィ環境が十分に整備されていない状態において、このCADシステムが使用されたことが大きく関係していると考えられる。最近では、マンモグラフィの撮影や画質に関する講習会が盛んになり、マンモグラフィの画質も一定のレベルに向上・維持されるようになってきた。このように、CADにとっても環境は良くなりつつある。

フィルム対応型のCADシステムには限界がある。

それは、フィルムをデジタル化する装置の費用はもちろんであるが、処理に余分な時間と人手が入用なことである。また、画質の劣化も生じる。本邦では、歴史的に世界で唯一CRマンモグラフィを利用している施設が多いが(約2割の施設)⁹⁾、CRは米国ではFDAの認可をまだ得ていない装置という問題も存在している(多くの資料が指摘しているように、乳房検査には従来型のCRは画質が不十分と考えられる)。しかし、最近では、50 μ m間隔のサンプリングで両面読み取り方式の新しいマンモグラフィ専用のFCR装置が開発され、今後の進展が期待される。フラットパネル検出器によるデジタルマンモグラフィ(DM)装置が、複数の企業からすでに実用化されFDAの承認を得ている。DM装置に求められる画質の検討も始まっており⁹⁾、CADにとっても環境は整備されようとしている。しかし、同一のCADシステムを異なるDMで利用したときに、フィルム以上に画質の相違が影響することが懸念され、今後の検討が必要である。

DM装置の普及にはまだ多少の時間がかかると予想されるが、本格的なDM時代の到来とともにマンモグラフィCADの普及は急速に加速するであろう。

5. 類似症例提示型CAD

類似症例提示法という新しいタイプのCADの開発を挙げることができる。医師がマンモグラムを読影するときには、過去の症例から学習した情報などをもとに行っているのはいうまでもないが、コンピュータにもデータベースに蓄積された過去の診断情報を参照し、医師と同様な処理をさせ、医師に診断の助けとなる情報を与えるものである。CADで単に病変候補の存在位置を示したり、その良悪性の鑑別結果を数値で提示したりするだけではなく、このような情報をも付加すれば、医師の診断に対する確信度はさらに高まるものと期待される。技術的には、検索法の開発や¹⁰⁾、データベースの充実などが挙げられる。世界中の病院のデータベースがネットワークを介して利用できるようになれば、巨大な“知のネットワーク”となり得る。

6. CADユーザへの十分な説明の必要性

しばしば、「こんなに大きな癌病変を指摘しないCADシステムは使いものにならない!」とか、「そんなに難しくないこんな病変が検出できない!」などということを経験展示などで耳にする。ここで、CADは自動診断システムではなく、支援システムであり、検出率は決して100%ではなく、偽陽性候補も提示してしまう。また、ある一定以上の大きさの病変を医師が見落とすとは考えにくい(毎年、定期的に検診を受診していれば、そんなに急激に病変が大きく急成長する

とは通常は考えにくい)。要するに、このような誤解を招かないためにも、ユーザはCADの定義はもちろん、利用するCADの検出対象の条件などをしっかりと理解する必要があり、また逆に、技術サイド(企業)もそのような“CADの能力の十分な説明”の努力が必要である。

しばしば、CADの性能の説明で「100%検出します」という表現を耳にするが、データベース依存性の方が大きいと考えられる。CADを支援診断ではなく自動診断として間違った利用がなされる危険性がある。このような数字を示すケースはむしろ要注意である。

参考文献

- 1) 藤田広志：マンモグラフィCADシステムの現状. Med Imag Tech, 21(1), 27-33, (2003).
- 2) 原 武史, 藤田広志：マンモグラフィCADシステム 1) 岐阜大学開発のマンモグラフィCADシステム・技術リポート. INNERVISION, 14(10), 18-22, (1999).
- 3) 山崎大輔, 松原友子, 藤田広志, 他：乳房X線画像における構築の乱れ領域の自動抽出. 医画情誌, 19(2), 69-72, (2002).
- 4) Matsubara T, Ichikawa T, Hara T, et al.: Automated detection methods for architectural distortions around skinline and within mammary gland on mammograms. Proc of CARS 2003, International Congress Series 1256, 950-955, (2003).
- 5) 藤田広志：40歳代の乳腺のコンピュータ解析. 日乳癌検診学会誌, 9(2), 175-181, (2000).
- 6) 藤田広志, 遠藤登喜子, 原 武史, 他：マンモグラムおよび超音波画像を用いたCADの開発と乳がん検診への導入の検討. 厚生労働省がん研究助成金「50歳未満の適正な乳癌検診のあり方に関する研究班」(班長：遠藤登喜子)における平成13年度がん研究助成金実績報告書.
- 7) 福岡大輔, 藤田広志：三次元乳腺超音波画像のためのCADシステムの開発(技術の立場から). INNERVISION, 14(10), 70-73, (1999).
- 8) 松中敏行：乳腺超音波. CADM NewsLetter, No.38, 8-9, (2003).
- 9) 堀田勝平：デジタルマンモグラフィに求められる画質. INNERVISION, 18(9), 122-125, (2003).
- 10) 中川俊明, 原 武史, 藤田広志：局所的なパターンマッチングによる画像検索法. 電子情報通信学会論文誌(D-II), J85-D-II(1), 149-152, (2002).

おわりに

マンモグラフィCADに必要なとされる技術的な検討課題を中心にまとめた。本邦では、初期のマンモグラフィCADの導入は、成功しなかったと言っても過言ではない。しかし今後は、デジタルマンモグラフィの普及とともにCADの導入が増えてくることが期待され、技術的な因子やその他の諸問題の解決とともに、本格的なマンモグラフィCAD普及の大成功を願うものである。

5. 集団検診における低線量らせんCTを用いた肺野結節の読影支援システム

Symposium

草野 涼

株式会社日立製作所日立健康管理センタ医務局

本邦における肺癌死亡者は、1997年に5万人を超え肺癌死亡の第1位になり、その後も増加の傾向である。2001年(調査期間2001年1月1日から2001年12月31日)の人口動態統計では、死亡総数の31.0%にあたる300,658人が悪性新生物によるもので、そのなかで気管・気管支および肺の悪性新生物死亡数は55,034人(男性39,904人, 女性15,130人)と非常に大きな割合を占めている。その肺癌の早期発見をすべく、胸部単純X線写真を用いた肺癌検診が全国的に展開されているが、およそ10年ほど前より本邦を中心とした新しい肺癌検診が行われるようになった。それが低線量らせんCTを用いた肺癌検診である。現在では国内外の諸施設が取り組んでおり、従来の胸部単純X線写真では指摘し得なかったようなごく淡い陰影を呈する肺癌や縦

隔・肋骨に重なって隠れてしまっていた肺癌、5ミリ前後という非常に小さな肺癌検出の報告がされている。しかし、受診者一人あたりに発生するCT画像は、10ミリ再構成画像では肺野条件・縦隔条件合わせて約60画像にもものほり、読影者への負担は従来以上のものになる。

当センタの例を挙げると、1日の受診者が約30名余りなので、60画像×30人=1,800画像を毎日2~3時間の間に読影しなくてはならず非常に労力が大きい業務となる。また肺癌取扱い規約改訂第5版の“肺癌集団検診の手引き”のなかでは『見落としを防ぐため、また不要な精査を避けるために2重読影を推奨する』としている。その一方では、現在胸部CT検診を行うための読影医は不足しており、一部の読影医に負担がかか