

CADMI

Computer Aided Diagnosis of Medical Images

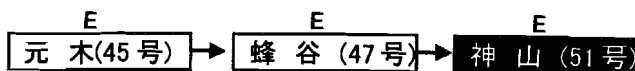
NewsLetter



コンピュータ支援画像診断学会

2007.9

No.51



乳腺超音波検査における微細石灰化の映像化

神山 直久*

1. はじめに

近年、乳癌の早期発見に対する超音波診断法の有用性が認識され、乳房X線撮影(マンモグラフィ)との併用診断の重要性が高まっている。超音波診断装置は、軟部組織の音響的变化を高感度に検出できるため、乳管の微細な変化や腫瘍病変などの描出に優れたコントラスト分解能と空間分解能を有している。乳腺の診断でもう一つの重要な課題は微細石灰化の検出である。微細石灰化は乳癌の兆候となる場合が多く、これを診断することは乳癌の早期発見のためにも有用である。現状では微細石灰化検出のスタンダードはマンモグラフィであるが、近年の超音波診断装置の基本性能から鑑みて、微細石灰化描出のポテンシャルは十分あると考えられている。ここでは、超音波による微細石灰化の診断効率向上のための画像処理法について検討結果を報告する。

2. 種々の阻害要因と解決のための現在の技術

乳腺微細石灰化の映像化の研究に際して、我々は以下のような仮説を元に検討を進めた(図1)。すなわち、現行の最新超音波診断装置では、多くの微細石灰化は“検出”できているが、限られた検査時間内で“視認”できないものも多く、結果として“微細石灰化の診断は不十分”と言われているということである。そして視認できない要因としては、検査者のスキルというよりも、“発見しにくい画像”を提供しているのかも知れない、ということである。前者の検出能(分解能)に関して言えば、近年の超音波診断装置は、送受信を担う超音波振動子の高感度化・広帯域化や、送信パルスの伝搬非線形によって生じた高調波成分を映像化する tissue harmonic imaging (THI)法の利用などによって大幅に向上している(今回詳細は割愛する)。

さて、微小構造物が検出できていても視認できないという、視認性の妨げとしては、スペckルノイズと呼ばれる超音波特有のパターンが挙げられる(図2)。これはいわゆる無数の散乱体からのエコーによる「干渉縞」に相当し、スペckルのパターン自体は構造物の情報を呈していないことが知られているが、この粒状の様相が微細石灰化と類似していることが、短時間の検査時に石灰化を視認できない原因となっていると思われる。

* 東芝メディカルシステムズ 超音波開発部 新技術研究開発担当 〒324-8550 栃木県大田原市下石上 1385

さらに、乳腺構造は個人差が大きく複雑なパターンであることが視認をより困難にしている。スペックル除去を目的とした画像処理に関する研究も多数行われており、いつかは商品化されている。しかし厳密に「スペックル除去」が行われれば微細石灰化検出に有用ではあるが、この技術の目的のほとんどが、臓器構造の輪郭強調や実質の均一化にあるため、上記目的においては非常に有用であるものの、微細構造物はスペックル同等に扱われて除去されてしまっているのが現状である。

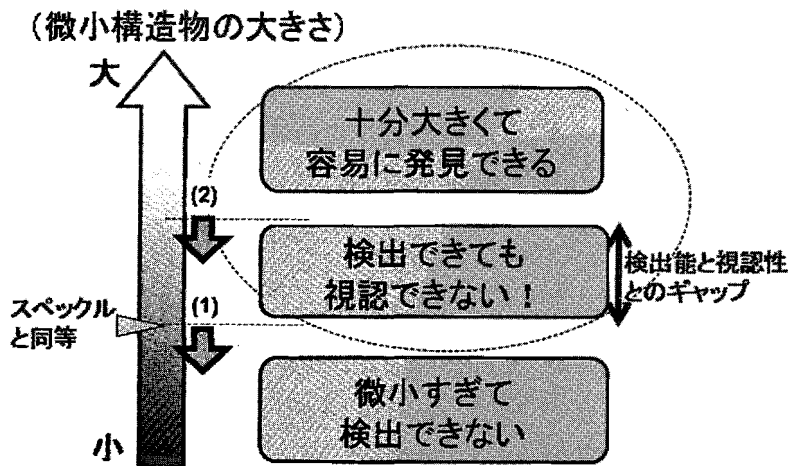


図1: 検出能向上(1)と視認性向上(2)の技術課題の概念図

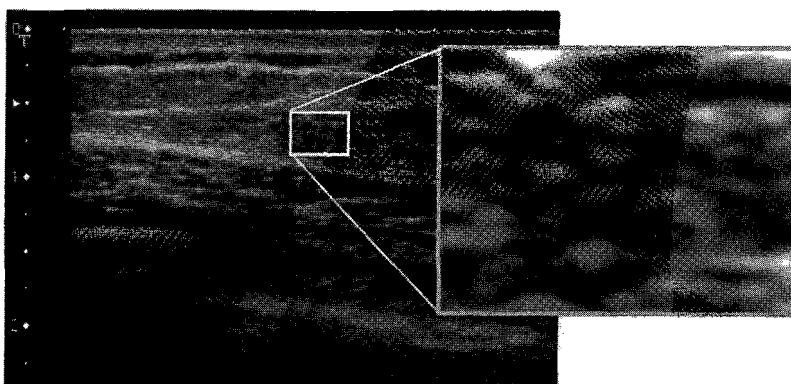


図2: 一般的な乳腺の超音波画像とスペックルパターン部の拡大図

3. 微細石灰化抽出フィルタ

Yamaguchi and Hachiya¹⁾は、レーダーで利用されている log-CFAR (Constant False Alarm Rate) 処理を医用超音波画像に応用し、肝繊維化構造の抽出可能性を報告した。Log-CFAR 処理とは、関心点から周囲の輝度の平均値を減算し新たな輝度値を得るもので、これによりある一定の統計値から逸脱する信号のみが抽出できる。元より Log 圧縮されている超音波輝度画像に対しては、計算処理時間が短いなど好適な手法である。周囲の平均値演算には、一般的には図 3a のように、中央の画素 (黒) を周囲に均等に配置された画素 (グレー) の平均で減算する汎用的パターンが用いられる。しかしこのようなパターンでは、スペックルノイズは低減できても乳腺の明らかな構造も抽出されてしまう。そこで我々は、この手法を乳腺領域に応用する検討を報告した²⁾。すなわち、超音波画像に見られる乳腺組織は主に横方向に類似するような層状のパターンとなることから、例えば図 3b のような平滑処理パターンを新たに作成する。さらに乳腺構造は断層像の奥行き方向にも連続していることから、これを乳腺構造に沿って 3 次元的に拡張すれば、不連続に存在する微細石灰化のみが抽出されると期待できる。実際の乳腺の超音波断層像を用いた結果を図 4 に示す。元画像(a)に対して、汎用のパターンを用いた結果 (b) では、乳腺構造も残存しているのに対し、乳腺構造を考慮したパターンを用いると、乳腺構造の残存 (アーチファクト) が軽減している(c)。3 次元的に取得された超音波のボリュームデータを用いて、3 次元方向へ拡張したパターンを施した結果(d)では、乳腺構造の残存はさらに軽減しているのがわかる。

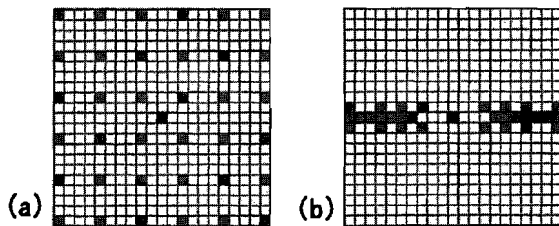


図3: 超音波CFAR 処理に用いられるパターンの例。
(a) 汎用, (b) 乳腺構造を考慮

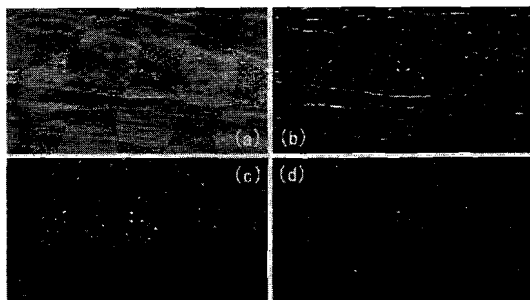


図4: (a) 元画像, (b)汎用パターンによるCFAR画像, (c) 乳腺構造を考慮した結果, (d) パターンを三次元拡張した結果

4. おわりに

CFARを三次元的に拡張するためには、超音波のボリウムデータを取得する必要があるが、現在、超音波診断装置には、送受信振動子を機械的に揺動させる、あるいは駆動素子を2次元マトリックス状に配置させ、正確な3次元データを取得できる手段があるため、このような技術と組み合わせることで、上述の画像がリアルタイムで簡便に得られることが期待される。図1で既述したように、画像フィルタの工夫によって微細石灰化を抽出するためには、エコー信号に既に石灰化が検出されていることが前提であり、画像フィルタは「検出能と視認性のギャップを埋める」アプローチといえる。そのため、微細石灰化診断に対する課題は、プローブ振動子の革新や非線形映像法の改善といった、空間分解能向上への研究テーマとも切り離すことはできない。

※超音波画像は、ちば県民保健予防財団がん検診センター 橋本秀行先生との共同研究による。
参考文献

1. T Yamaguchi and H Hachiya, Estimation of the Scatterer Distribution of the Cirrhotic Liver using Ultrasonic Image: JJAP, 37(5B), 3093-3096 (1998.5).
2. 岡村陽子, 神山直久 他 乳腺構造を考慮した CFAR 処理による微細石灰化抽出フィルタ. 日超医講論集, 34, 80-F008, S528 (2007.5).

非剛体レジストレーションの基礎

増谷 佳孝*

・はじめに

本稿では非剛体レジストレーションに関して、技術的側面の基礎を解説する。前回の解説（縄野先生）のように、臨床画像診断におけるいくつかの問題が非剛体レジストレーション技術によって解決される、という期待が最近特に高まっている一方、技術的にも多くの新しい手法に関する研究が発表され続けている。本稿の限られたスペースでこれらすべてを解説することは不可能なので、技術を構成するいくつかの要素を解説することで、新しい手法に対する理解や実際の研究での応用への一助となれば幸いである。

・画像レジストレーションを構成する3つの要素

一般に、「レジストレーション（和訳として位置合わせ）」と呼ばれる処理は、異なる2種類の座標系の中の幾何変換を決定する処理を指す。その対象は、画像データ間のみならず、画像データとセンサ座標系（例：手術ナビゲーションシステム）、2つの形状（例：多面体や点群による境界表現）間など多岐にわたる。本稿では、2種の画像データ（時系列、異種モダリティ、異なる被験者など）に対して、それらの信号値を利用したレジストレーションを行うものとして「画像レジストレーション」として明確に区別し、その基礎について解説するものとする。

他の医用画像処理の問題と同様、画像レジストレーションも対象部位やモダリティによって適した手法が異なり、問題指向、問題依存の強い処理であるといえる。多くのバリエーションがある手法群を理解するために必要なのは、手法を構成する各要素を理解することである。一般には、以下の3つの要素から構成されていると考えることができる。

- (1) 幾何変換の表現形式
- (2) 最適化対象=類似度 (+変換平滑性)
- (3) 最適化手法

すなわち、画像レジストレーションとは、幾何変換のパラメタ（剛体変換ならば回転角や平行移動量）を探索することにより、2つの画像をうまくマッチさせるために定義された計量を最適化する処理であると説明することが出来る。各要素を下表にまとめ、それぞれ解説する。

表 画像レジストレーションを構成する要素とその例

技術的要素		使用される例
幾何変換		多項式、自由形状変形、周波数領域表現など
最適化対象	類似度	差分二乗和、相互相関、相互情報など
	(変換平滑性)	変位ベクトル場のヤコビ行列式など
最適化手法		最急降下法、Powell法、疑似焼きなまし法など

(1) 幾何変換の表現形式

非剛体（画像）レジストレーションとは、幾何変換が回転と平行移動のみで表現される剛体変換でない場合を指す。一般には、剛体変換とアフィン変換を含めた線形変換以外の、より変形の自由度の高い非線形変換が用いられる。高次多項式や周波数領域の基底関数を用いた表現や、格子状あるいは格子によらない離散的な点群の変位とその捕間による表現形式などがあり、自由度の高いものほど、さまざまな局所変形への対処が可能となる一方で、最適化のためのパラメタが増加することにより、計算コストは高くなる。

* 東京大学 医学部 附属病院 放射線科/東京大学院 医学系研究科 生体物理医学専攻
〒113-8655 東京都文京区本郷 7-3-1

また、上記のような一般化された表現形式に加えて、特定の問題に対する画像レジストレーション結果の多数の試料から変位ベクトルの主成分を抽出してその線形和で変換を表現するような、一種の学習に基づく適応的な表現形式も提案されている。

(2) 最適化対象

最適化を行う対象には2つの要素があり、その最も重要なものは、幾何変換された画像と参照される画像間の類似度 (Similarity Measure) である。すなわち、重ねた画像の任意の位置において、画素値そのもの、あるいは統計的性質が似ているかどうかを示す計量である。差分二乗和 (SSD: Sum of Square Differences)、相互相関 (Cross-Correlation) や相互情報 (Mutual Information) などを使用して定義される。

一方、類似度に加えて幾何変換の平滑性も考慮に入れ、その2つを重み付けして合わせた量 (しばしばエネルギーと称される) を最適化する場合がある。自由度の高い非剛体変換の場合、雑音などの要因により類似度のみの最適化が必ずしも最良のレジストレーション結果に結びつかず、極端かつ誤った局所変形を伴うことがある。変換の平滑性は、これを防止するために考慮に入れるもので、手法は弾性マッチング (Elastic Matching) と分類されることが多い。但し、変換の平滑性を幾何変換の表現上の制約によって調整することも可能なので、必ずしも全ての画像レジストレーション手法で使用される訳ではない。

(3) 最適化手法

一般に、画像レジストレーションは解析的に解ける問題ではなく、繰り返し改善などに基づく最適化手法が必要となる。範囲を限定した網羅的 (完全) 探索 (Exhaustive Search)、最急降下法 (Gradient/Steepest Descent)、Powell 法、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm) や疑似焼きなまし (Simulated Annealing) 法などが知られている。但し、これらの一般的な手法によらず、幾何変換パラメタの改善 (更新) 量を独自に定義しているような手法もある。

・要素の選択

画像レジストレーションで重要なことは、効率的かつ効果的な処理を行うためには、取り扱う問題によって適した組み合わせを選択する必要があることである。

例えば、幾何変換選択においては、ほとんど変形のない対象の場合、剛体変換で十分であるが、異なる被験者のデータではどんなに変形の自由度を上げても構造的にマッチングが困難な場合 (異なるトポロジーなど) があり、要求仕様に応じた自由度の制限などの trade-off が必要である。また、非剛体変換の最適化を行う前に、剛体変換のみで前処理を行う手法もしばしば用いられる。類似度に関しては、CT と MR のような異種画像では相互情報を用いることが重要であるが、同一種の画像では相互相関を用いる方が効率がよい。最適化においては、例えば対象となる部位に周期的なパターンが存在する場合など、局所解の回避が特に重要な場合があり、初期値の設定も含め、最適化手法は慎重に選ぶ必要がある。

・まとめ

画像レジストレーションは、臨床からの期待だけでなく技術的にも様々な発展可能性を含んでいる点で重要な技術である。例えば、レジストレーション結果をセグメンテーションに応用する研究は多い。また、現時点での最大の関心事は計算コストであり、処理の並列化や、より少ない自由度で局所変形を表現できる幾何変換の取得などに関して、多くの研究の余地がある。また、臨床的にも取り組むべき様々な対象があり、それぞれに特化した手法を構築することは非常に有意義である。

最後に、医用画像の画像レジストレーション技術を主眼においた入門書*を挙げる。英文ではあるが、手法の基礎から様々な応用まで多くの事例が解説されている。

*Joseph V. Hajnal, Derek L.G. Hill, David J. Hawkes (Ed.), Medical Image Registration, CRC press, 2001

学術講演会情報

学術講演会情報

コンピュータ支援画像診断学会 第17回学術講演会 CADM2007 開催案内

第17回 CADM大会を下記のとおり開催いたします。今回もコンピュータ外科学会(CAS)と合同開催され、合同企画を用意いたしました。また、CADM シンポジウム、CADM 特別講演や恒例となっております画像診断支援システムのコンテストも行います。ふるってご参加下さりますようご案内いたします。

会 期： 2007年11月3日(土祝)、4日(日)

会 場： 広島大学霞キャンパス内 広仁会館 及び 医学部保健学科
(〒734-0037 広島市南区霞1-2-3)

<http://www.hiroshima-u.ac.jp/index-j.html>

参加費： 会員 6,000円
非会員 10,000円
学生 3,000円

懇親会： 11月3日(土祝) 夕刻
会費 一般 4,000円
学生 2,000円(予定)

学術プログラム：

1) CAS/CADM 合同シンポジウム

「先端医療機器および生体材料開発の問題と今後の展望」

2) CAS/CADM 合同特別講演

「Virtual Colonoscopy」森 健策(名古屋大学)

3) CADM シンポジウム

「CADの薬事承認」

4) CADM 特別講演

「肺の構造、肺気腫、CADMに期待すること」佐藤 功(香川県立保健医療大学)

5) 一般講演

6) CADM コンテスト(11月2日(金)、3日(土祝))

詳しくは以下の大会のHPをご覧ください。

<http://homepage2.nifty.com/cadm2007/>

肝臓と膵臓用の診断支援システムの CADM コンテストへの応募締切は10月3日です。
ふるってご応募ください。

<http://www.tuat.ac.jp/~simizlab/CADM/CADcontest2007new.pdf>

第17回 CADM 大会事務局：（問合せ先）

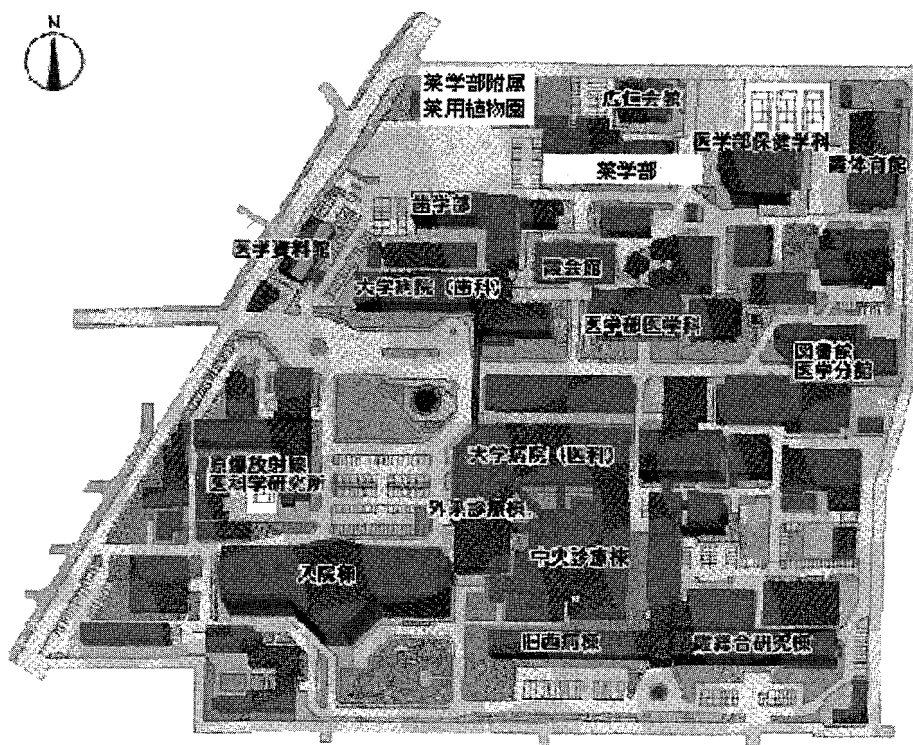
〒060-0033 札幌市中央区北3条東8丁目

JA 北海道厚生連 札幌厚生病院 呼吸器科

森 雅樹

E-mail: m.mori@ja-hokkaidoukouseiren.or.jp

TEL: 011-261-5331, FAX: 011-261-6040



会場案内：広島大学霞キャンパス（マップ）

学会参加だより

ISBME2006 (バンコク) に参加して

椎名 毅*

去る2006年11月8-10日に、タイのバンコクで開催されたISBME2006(International Symposium on Biomedical Engineering)に参加した。ISBMEは、2004年に第一回が行われ、隔年で開催されている医用生体工学の国際会議であり、IFMBE(International Federation for Medical and Biological Engineering)も協力している会議である。今回は第2回目であり、タイの医用生体工学会(ThaiEMBS)が主催で、我が国の電気学会の医用・生体工学技術委員会と共催で開催された。私は、その技術委員会の委員でもあり、また招待講演を依頼されていたため、早くから参加を予定していたのであるが、驚いたことに、間際の9月にタイの前首相が軍部により国外に追放されるという政変が起こった。一応はクーデターであるので、一時は学会開催もどうなるのか心配していたが、タイの情勢に詳しい関係者に聞いても特に問題はないとの返事であった。確かにTVニュースでは、砲に黄色のリボンを付けた戦車の前で市民が記念写真を撮っている様子が写しだされておりやや拍子抜けがした。しかし、後で述べるように、この黄色のリボンは王室への敬意を示すサインであり、これが今回の政変が、武力的な紛争もなく行われたことを示している。実際、国王は事後にこの政変を承認した。

そういう訳で、一抹の不安を抱えながらも、予定どおりバンコクに出かけた。バンコクでは、11月~2月がベストシーズンであるが、それでも昼中は30度を越える猛暑で日本とのギャップは大きい。暑さに弱い私はポーとして、主催者側の先生が空港に迎えに来てくれていたのも気が付かず、早速タクシーに乗ってホテルに行ってしまった。学会会場は、ソフィテルセントラルプラザホテルで豪華な会場で行

われたが、少々意外だったのは常夏の気候にも係らず男性は全員ネクタイしてスーツ姿であることだ。ASEANの会議など見るように東南アジアでは正式な場でもクールビズが通常とっていたし、実は、この直ぐあとにホノルルでの国際会議に参加することになっていたが、そこでは主催者から、ハワイ方式に従って参加者はノーネクタイでくるようにと事前に通知が来ていたほどである。しかし、タイに詳しい友人によれば、どうやらタイでは格式を重んじるので、こういう場でネクタイは必須とのことであった。

大部分はタイ国内からの参加者であったが、電気学会と共催であったこともあり、日本からの発表は67件と比較的多かった。日本からは、東北大の山口先生、東海大の濱本和彦先生などがKeynote speechを行ったが、私は、“Present and Future of Ultrasound Tissue Elasticity Imaging”というテーマで医用超音波分野の研究を紹介した。

なお、日本で心配していた政情不安については、全く杞憂であった。市民の生活は特に変わった様子はなく、通りには大小のマーケットや露天が多数あり、各種のトロピカルフルーツや、タイフード、なかには日本のたい焼きにそっくりのものまでありこれが本場の“タイ焼き”かと感心したりで、東南アジアの特有ののどかな雰囲気を満喫していた。ただ、毎日8:00と18:00の2回、街中で国歌が流れるが、曲が流れている間は起立し動かないことになっているらしい。欧米人の観光客は気にせず歩いているが、私は、用心に越したことはないタイ人になりきって直立不動で聴いた。

タイの正式名称はタイ王国であることからわかるように、国王が尊敬され王室の存在感が大きい。

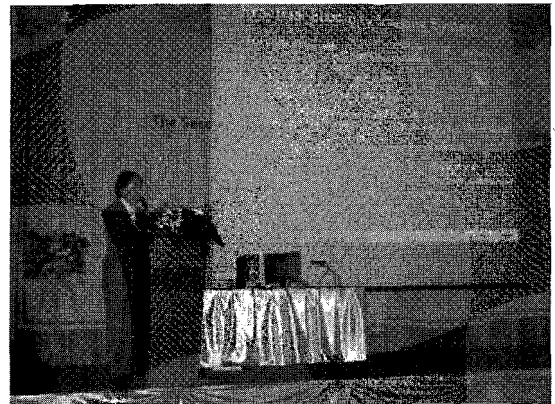
例えば、国王の誕生した曜日の色というのがあり、現国王のラーマ 9 世の場合は黄色ということである。このため、即位 60 周年であった 2006 年には、多くの国民が黄色の T シャツを着て祝福したそうである。このため、最初に述べたように戦車の砲台に黄色のリボンが国王への忠誠を示すことになり、市民の指示を得た証拠となるのである。

国民の 95% が敬虔な仏教徒であるため、市内の各所にワット・ポーなどの見事な仏閣や寺院があり、会議に合間に見学をしたが、喧騒を忘れて心が癒されるひと時であった。また、買い物をする時と店員に手を合わせて拝まれてしまうのは、悪い気はしないもののお地蔵様になったようでなんとも不思議な気分であった。バンコクは人口 600 万の大都会であるが、人々はみな穏やかで、最初はそのペースの違いを意識させられるのだが、次第に慣れてくると違和感が無くなり、むしろどこか日本人が忘れてしまったものへ懐かしさを感じた。

タイを始めとする東南アジア各国では、近年の経済発展を背景に教育・研究環境が著しく向上しており、海外留学して学位を取得し帰国する若手研究者の数も増加している。今後、更なる発展、成長が期待される地域である。その中でも、医用生体工学分野の研究者の層はまだ浅く、今度、我が国が良きパートナーとして研究者、学生の交流や共同研究などによる協力活動協力体制を作ることが重要との思いを新たにすバンコク滞在であった。



ISBME2006 招待者の主催者との記念撮影



基調講演の様子

事務局だより

・ 会員の現況

(1) 新たに次の方が入会されました。

会員番号	氏名	所属
C-009	三菱電機株式会社	
00251	佐藤 裕	徳島大学医学部・歯学部附属病院
00252	熊田 聖也	(株) インフォワード
S-026	今村 貴志	神奈川工科大学大学院

(2) 会員数の内訳 (2006年8月4日現在)

賛助会員	5社5口
名誉会員	2名
正会員	163名
学生会員	8名
	178

※ お願い： 住所、勤務先等に変更がありましたら、学会ホームページ内の会員管理システムのページ([http:// www.quantum-inc.jp/cadmmember/](http://www.quantum-inc.jp/cadmmember/))より変更の手続きをしてください

・ その他お知らせ

会員管理事務局の住所が替りました。変更後の連絡先は以下の通りです

〒113-0033 東京都文京区本郷 7-2-1 パークアクセス本郷の杜 1201
(有)クァンダム内 コンピュータ支援画像診断学会 会員管理事務局
TEL: 03-5684-1636 FAX: 03-5684-1650
e-mail: cadm@quantum-inc.jp

インターネットで論文を投稿しませんか？

CADM 論文誌編集委員長 藤田 広志

若いCADM学会にふさわしく、電子論文方式のCADM論文誌が刊行されています。この論文誌を皆様方からの積極的な投稿により優れた論文誌に育てて行きたいと思っておりますので、ご協力をお願い致します。ところで電子論文は、概ね下記の手続きで掲載されます。

1. 投稿原稿は著者自身によって完全な論文フォーマット(そのまま印刷できる形態)に完成していただく。
2. 完成させた原稿はインターネットを介して、または電子ファイル化して郵送していただく。
3. 論文査読は他学会の論文誌同様に厳正に行う。
4. 採録決定となった論文は、学会が開設するwwwホームページに適宜登録する。これが従来の論文誌の印刷、配布に代わる手段となる。
5. 会員、非会員ともにこのホームページにある論文を随時閲覧したり、印刷することができる。

上記の形態を採用することの投稿者側から見たメリットは何でしょうか？私は次のようなことが考えられると思っています。

1. 早い。
投稿から掲載までの時間が大幅に短縮されます。査読者次第ですが、1, 2カ月以内も夢ではありません。
2. 安い。
完全な論文フォーマットで投稿いただく場合は、論文投稿料は数千円以内で済みます。
3. 広い。
英文で投稿された場合には、全世界の研究者がインターネットを介して見ることが出来ます。
4. マルチメディア化できる。
これは少し先の課題ですが、動画像とか、音声とかを論文付帯の情報として付加し、よりリアルな論文に出来る可能性を秘めています。

この論文誌の投稿規定を下記に記しますが、執筆要項については、

<http://www.murase.nuie.nagoya-u.ac.jp/~cadm/Journal/index.html>

を参照していただきたいと思っております。なお、不明な点は編集事務局、

cadm-editor@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp までお問い合わせ下さい。

投稿規定

1996年10月制定版

- [1] 本誌は会員の研究成果の発表およびこれに関連する研究情報を提供するために刊行される。本誌の扱う範囲はコンピュータ支援画像診断学に関する全範囲、ならびにこれに密接に関連する医学、工学両分野の周辺領域を含むものとする。
- [2] 本誌への投稿原稿は、下記の項目に分類される。
- (1) 原著論文: 資料: 新しい研究開発成果の記述であり、新規性、有用性等の点で会員にとって価値のあるもの、または会員や当該研究分野にとって資料的な価値が高いと判断されるもの。
 - (2) 短 信: 研究成果の速報、新しい提案、誌上討論、などをまとめたもの。
 - (3) 依頼論文: 編集委員会が企画するテーマに関する招待論文、解説論文等からなる。
- [3] 本誌への投稿者は原則として本学会会員に限る(ただし依頼論文はその限りにあらず)。投稿者が連名の場合は、少なくとも筆頭者は本学会会員でなければならない。
- [4] 投稿原稿の採否は、複数の査読者による査読結果に基づき、編集委員会が決定する。なお原稿の内容は著者の責任とする。
- [5] 本誌への投稿は、あらかじめ完全な論文フォーマット(そのまま印刷できる形態)に完成させたものを、インターネットを介して、または電子ファイル化して郵送することを原則とする。なお、上記以外の通常手段による投稿を希望する場合は編集事務局に事前に相談するものとする(この場合、電子化に要する作業量実費を負担いただく)。
- [6] 採録決定となった論文は、本学会論文誌用 www ページに随時登録される。本誌は CADM 会員はもちろん他の人々にも開放され、インターネットを介して随時内容を閲覧し、印刷することが出来る(ただし、著作権を犯す行為は許されない)。また論文の登録状況はニューズレターでも紹介するものとする。
- [7] 採録が決まった論文等の著者は、別に定める投稿料を支払うものとする。なお別刷りは原則として作成しない(特に要望のある場合は有償にて受け付ける)。

インターネット論文誌

http://www.jstage.jst.go.jp/article/cadm/8/1_1/8_1/_article/-char/ja/

掲載論文:Vol.1

- No.1 1997/8
動的輪郭モデルを用いた輪郭線抽出手順の自動構成と胸部 X 線像上の肺輪郭線抽出への応用
(清水昭伸, 松坂匡芳, 長谷川純一, 鳥脇純一郎, 鈴木隆一郎)
- No.2 1997/11
画像パターン認識と画像生成による診断・治療支援
(鳥脇純一郎)

掲載論文:Vol.2

- No.1 1998/5
ウェーブレット解析を用いた医用画像における微細構造の強調
(内山良一, 山本皓二)
- No.2 1998/6
3次元頭部 MR 画像からの基準点抽出
(黄恵, 奥村俊昭, 江浩, 山本眞司)
- No.3 1998/7
肺がん検診用 CT(LSCT)の診断支援システム
(奥村俊昭, 三輪倫子, 加古純一, 奥本文博, 増藤信明)
(山本眞司, 松本満臣, 館野之男, 飯沼武, 松本徹)
- No.4 1998/10
A Method for Automatic Detection of Spicules in Mammograms
(Hao HIANG, Wilson TIU, Shinji YAMAMOTO, Shun-ichi IISAKU)

掲載論文:Vol.3

- No.1 1999/1
直接撮影胸部 X 線像を用いた肺気腫の病勢進行度の定量評価
(宋在旭, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎, 森雅樹)
- No.2 1999/4
マンモグラム上の腫瘤陰影自動検出アルゴリズムにおける索状の偽陽性候補陰影の削除
(笠井聡, 藤田広志, 原武史, 畑中裕司, 遠藤登喜子)
- No.3 1999/11
Discrimination of malignant and benign microcalcification clusters on mammograms
(Ryohei NAKAYAMA, Yoshikazu UCHIYAMA, Koji YAMAMOTO, Ryoji WATANABE,
Kiyoshi NANBA, Kakuya KITAGAWA, and Kan TAKADA)

掲載論文:Vol.4

- No.1 2000/5
3次元画像処理エキスパートシステム 3D-INPRESS-Pro の改良と
肺がん陰影検出手順の自動構成への応用
(周向榮, 濱田敏弘, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)
- No.2 2000/6
3次元画像処理エキスパートシステム 3D-INPRESS と
3D-INPRESS-Pro における手順構成の性能比較
(周向榮, 濱田敏弘, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)

掲載論文:Vol.5

- No.1 2001/1
コンピュータ支援画像診断(CAD)の実用化へのステップ —— 考察
(飯沼武)
- No.2 2001/4
胸部 X 線 CT 画像における肺がん病巣候補陰影の定量解析
(滝沢穂高, 鎌野智, 山本眞司, 松本徹, 館野之男, 飯沼武, 松本満臣)
- No.3 2001/8
平成 13 年度第一回長谷川班の印象
(飯沼武)
- No.4 2001/8
厚生省がん研究助成金プロジェクト: 多元デジタル映像の認識と可視化に基づくがんの
自動診断システムの開発に関する研究成果報告
(長谷川純一)
- No.5 2001/8
—平成 13 年度第一回厚生省がん研究助成金・長谷川班研究報告—
胸部 X 線 CT 画像からの肺がん陰影の自動検出
(滝沢穂高, 山本眞司)
- No.6 2001/9
X 線像の計算機支援診断の 40 年
(鳥脇純一郎)
- No.7 2001/10
第 40 回日本エム・イー学会大会論文集コンピュータ支援画像診断[CAD]の最前線
- No.8 2001/11
厚生省がん研究助成金プロジェクト
長谷川班: 多元デジタル映像の認識と可視化に基づくがんの自動診断システムの開発に関する研究
(長谷川純一)
- No.9 2001/12
人体断面画像からの 3 次元肺血管・気管モデルの構築
(滝沢穂高, 深野元太郎, 山本眞司, 松本徹, 館野之男, 飯沼武, 松本満臣)
- No.10 2001/12
厚生省がん研究助成金研究班「がん診療におけるコンピュータ応用」関連の歴史 [1968-2000]
(飯沼武)

掲載論文:Vol.6

- No.1 2002/12
可変形状モデルを用いた腎臓領域抽出法の改良と評価
(TSAGAAN Baigalmaa, 清水昭伸, 小畑秀文, 宮川国久)

掲載論文:Vol.7

No.1 2003/2

3次元 PCNN を用いた 3次元領域分割
(渡辺隆, 西直也, 田中勝, 栗田多喜夫, 三島健稔)

No.2 2003/5

分散計算機システムを用いた高速ネットワーク読影支援システム
(滝沢穂高, 山本眞司, 藤野雄一, 阿部郁男, 松本徹, 館野之男, 飯沼武)

No.3 2003/6

4次元超曲面の曲率を用いた領域拡張法と胸部 CT 像からの血管抽出への応用
(平野靖, 国光和宏, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)

No.4 2003/6

特集: 肝臓領域抽出アルゴリズム(2002年度)

1. 非剛体レジストレーションを適用した多時相腹部造影 CT 画像から肝臓領域自動抽出法
(榎本潤, 佐藤嘉伸, 堀雅敏, 村上卓道, 上甲剛, 中村仁信, 田村進一)
2. Level set method を用いた肝臓領域抽出手法の開発と評価
(一杉剛志, 清水昭伸, 田村みさと, 小畑秀文)
3. CT 値の分布特徴を利用した 3次元腹部 X 線 CT 画像からの肝臓領域抽出
(横山耕一郎, 北坂孝幸, 森健策, 目加田慶人, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)
4. 領域拡張法を用いた多時相腹部 X 線 CT 像からの肝臓領域自動抽出手段
(渡辺恵人, 瀧剛志, 長谷川純一, 目加田慶人)

掲載論文:Vol.8

No.1 2004/4

病変部の濃度特徴に注目した肝臓領域抽出手法の開発
(清水 昭伸, 田村 みさと, 小畑 秀文)

本論文では, 正常の肝臓組織以外に肝がんや嚢胞などの病変部の濃度特徴も考慮しながら, 早期相と晩期相の 2 時相の 3 次元腹部 CT 像から肝臓領域を抽出する手法を提案する. この手法ではまず, 2 時相の CT 値に基づいて肝臓を大まかに抽出し, 次に Level Set Method を用いて肝臓領域を精密に抽出するが, 本手法の特色は, 前者の大まかな抽出処理において, 正常部位, がん, 及び嚢胞の各部位を抽出するための 3 つの局所処理を並列に実行し, 後に統合することで肝臓領域全体を欠損無く抽出する点にある. 本論文の後半では, マルチスライス CT 装置により撮影した 17 症例 34 画像, 及び 2003 年度の肝臓領域抽出コンテストの 2 症例 4 画像に提案手法を適用した結果を示し, 有効性について考察する.

No.2 2004/6

境界形状の特徴抽出および動径基底関数による形状再構成に基づく
X 線 CT 像における肝臓領域の自動抽出と形状モデリング
(増谷 佳孝, 木村 文彦, 佐久間 一郎)

単相の造影 X 線 CT 像における肝臓の領域抽出, 形状モデリングにおいて, 抽出対象の境界抽出および動径基底関数(Radial Basis Function: RBF)による形状再構成に基づく手法を開発した. 本手法では, しきい値処理などで得られた初期形状の表面ボクセルを抽出後, そのボクセルの位置における元画像の信号値や曲率などの特徴量を利用して肝表面のボクセルのみを選択し, そのボクセルの位置および法線方向を中間データとする. 最後に中間データを RBF により多値ボリュームデータに変換して肝形状を再構成する方法である. 本稿では, 臨床データ数例を用いた評価実験によって, 領域抽出に関する特性や性能を評価した結果を示す.

No.3 2004/4

造影 3 次元腹部 X 線 CT 像からの肝臓領域自動抽出手法の開発

(林 雄一郎, 出口 大輔, 森 健策, 目加田 慶人, 末永 康仁, 鳥脇 純一郎)

本稿では、造影 3 次元腹部 X 線 CT 像から肝臓領域を自動抽出する手法について述べる。肝臓の診断では複数の時相の CT 画像を用いるため、肝臓を対象としたコンピュータ支援診断システムにおいては、複数の時相から肝臓領域を抽出することは非常に重要である。本稿では特に肝細胞がんの診断に重要とされる早期相、晚期相からの肝臓領域抽出を行う。まず、晚期相において CT 値ヒストグラムを解析し、肝臓に対応する CT 値の範囲を自動決定し、しきい値処理によりおおまかな肝臓領域を抽出する。次に、ユークリッド距離に基づく図形分割・統合処理により肝臓に接している他臓器を除去し、最後に輪郭を補正し肝臓領域を得る。早期相に対しては、晚期相から抽出した肝臓領域を早期相の CT 像にマッピングし、輪郭領域を修正することで肝臓領域を得る。本手法を早期相、晚期相の 3 次元腹部 X 線 CT 像 19 症例に適用した結果、ほぼ良好に肝臓領域を抽出することが可能であった。

掲載論文:Vol.9

No.1 2004/12

解剖学的知識に基づく非造影 3 次元腹部 X 線 CT 像からの複数臓器領域の抽出

(北坂 孝幸, 小川 浩史, 横山 耕一郎, 森 健策, 目加田 慶人, 長谷川純一, 末永 康仁, 鳥脇 純一郎)

本論文では、解剖学的知識に基づく非造影 3 次元腹部 X 線 CT 像からの臓器領域抽出について述べる。腹部 CT 像では、CT 値が類似した各臓器が近接して存在しているために境界が不鮮明であることが多い。そのため、領域拡張法などの CT 値に基づく処理のみでは各臓器を個別に抽出することは難しい。臓器領域抽出精度の向上には、解剖学的知識の積極的利用、複数臓器の協調的抽出機構の構築などのアプローチが考えられる。そこで本文では、各臓器の形状や位置関係の解剖学的知識と CT 値の分布情報を領域拡張処理に組み込むことにより複数の腹部臓器を抽出する。具体的には、臓器の位置関係に関する知識を用いて各臓器ごとに処理範囲を限定し、臓器の CT 値の分布情報および臓器形状の特徴を領域拡張の拡張条件に反映させる。これにより、各臓器抽出の精度向上および安定化を図る。提案手法を非造影 3 次元腹部 X 線 CT 像 14 例に適用した結果、ある程度の誤抽出はあるものの安定して腹部臓器を抽出できることを確認した。

No.2 2005/6

2 時相の 3 次元腹部 CT 像の情報融合に基づく肝がん検出支援システムの開発と評価

(清水 昭伸, 川村 隆浩, 小畑 秀文)

本論文では、2 時相(早期相、晚期相)の 3 次元腹部 CT 像から肝細胞がんを検出するシステムを提案する。処理の流れは、1) 肝臓領域の抽出、2) がん領域の強調、3) がん候補領域の抽出、4) 特徴量の測定と候補領域の判別からなり、最終的にがんと判定された領域のみを出力する。このシステムの特徴は、各ステップで 2 時相の情報を有効に利用してがんと高精度に検出する点にある。実際に提案システムを 15 症例の CT 像に適用して誤りを Leave-one-out 法で評価したところ、判別器に Support Vector Machine を用いた場合にはがんの検出率が 100%の時に一症例あたりの拾いすぎ候補領域数が 0.53 個、マハラノビス距離比に基づく判別器を用いた場合には 0.13 個となり、有効性が確認できた。

No.3 2005/4

CT値分布情報とテンプレート画像を用いた3次元腹部CT画像からの肝臓領域の抽出
(古川 寛, 上田 克彦, 橋 理恵, 木戸 尚治)

本論文では、計算機を用いて腹部CT画像からの肝臓領域の自動抽出法を提案する。本手法は4段階の処理で構成されている。まず、第一段階では、腹腔領域を決定する。次に第二段階としてヒストグラム特徴から肝臓領域抽出のための閾値を決定する。第三段階で、ラベリングや膨張収縮処理などの手法により大まかな肝臓領域を抽出し、最後の第四段階で、Watershed法とテンプレートマッチング処理を用いて正確な肝臓領域を抽出する。提案手法を非造影腹部CT画像14症例に適用し、評価を行った。

No.4 2005/5

多時相CT像からのCT値の確率分布推定に基づく肝臓領域抽出

(出口 大輔, 林 雄一郎, 北坂 孝幸, 森 健策, 目加田 慶人, 末永 康仁, 長谷川 純一, 鳥脇 純一郎)

本論文では、造影3次元腹部X線CT像からCT値の確率分布を解析することにより、肝臓領域を自動抽出する手法について述べる。肝臓のCT値分布は隣接する脾臓や筋肉のCT値分布と非常に類似しているため、単一時相からしきい値処理を用いて肝臓領域を抽出することは困難である。本論文では、早期相と晚期相の2次元ヒストグラムから肝臓、脾臓、筋肉に対応するCT値分布を推定し、肝臓領域抽出に用いるしきい値を自動的に決定する。具体的には、各臓器のCT値分布を正規分布と仮定し、EMアルゴリズムを用いてそれぞれの分布を推定する。推定された分布を用いて、肝臓領域、肝細胞がん領域を抽出することで、肝細胞がんを含む肝臓領域を抽出する。また、肝臓外領域を抽出することで肝臓に隣接する筋肉等への過抽出を抑制し、最後に輪郭を補正し肝臓領域を得る。本手法を早期相、晚期相の3次元腹部X線CT像26例に適用した結果、24例で良好に肝臓領域を抽出することが可能であった。

掲載論文:Vol.10

No.1 2006/11

多時相腹部X線CT像の時相間濃度特徴計測に基づく肝臓がん検出

(脇田 悠樹, 目加田 慶人, 林 雄一郎, 井手 一郎, 村瀬 洋)

本論文では、2画像の濃度変化パターン解析に基づく腹部X線CT像からの肝臓がん検出手法を提案する。肝臓の診断では、通常の診断のCT像に加えて、造影剤注入後の撮影時間が異なる3つの画像(早期相、門脈相、晚期相)を用いる。特に、早期相と晚期相の画像は、がんがはっきりと造影されることから、肝臓がん診断の重要な診断画像である。そこで、提案手法では早期相と晚期相の2画像の濃度変化特徴に着目する。最初に晚期相から周囲より濃度の低い領域を可変近傍型差分処理で候補領域を抽出し、次に早期相と晚期相の濃度変化を関心領域内の分布特徴として評価し、拾い過ぎ領域の削減を行う。本手法を多時相X線CT像21例に対して適用した結果、肝臓がんの検出率100%のときに拾いすぎ領域は症例あたり0.3個であった。

目 次

技術交流の輪②乳腺超音波

乳腺超音波検査における微細石灰化の映像化

神山 直久(東芝メディカルシステムズ)

…2

技術交流の輪③非剛体レジストレーション

非剛体レジストレーションの基礎

増谷 佳孝(東京大学医学部附属病院放射線科/

東京大学院医学系研究科生体物理医学専攻)

…6

学会講演会情報

第17回学術講演会 CADM2007 開催案内

森 雅樹(JA 北海道厚生連 札幌厚生病院呼吸器科)

…8

学会参加だより

ISBME2006(バンコク)に参加して

椎名 毅(筑波大学大学院システム情報工学研究科)

…10

事務局だより

…12

CADM News Letter

発行日 平成19年9月15日

編集兼発行人 縄野 繁

発行所 CADM コンピュータ支援画像診断学会

Japan Society of Computer Aided Diagnosis of Medical Images

<http://www.murase.nuie.nagoya-u.ac.jp/~cadm/japanese/index.html>

〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立101

中京大学 生命システム工学部 長谷川研究室内 CADM 事務局

Tel. (0565)46-1211/内線6838(渡辺) Fax. (0565)46-1299 E-mail. shigetow@life.chukyo-u.ac.jp

※担当者不在時は、長谷川(内線6846)、または、学部事務室(内線6217)までご連絡ください