

CADMI

Computer Aided Diagnosis of Medical Images

News Letter



真面目な研究計画からアワのような夢まで

CADM学会10年—これからが本番

館野之男*

ここ20-30年ほどの間、人体イメージングの技術は、それまでのX線の他にCT、超音波、核医学、核磁気共鳴イメージング等々を加えて、画像医学の時代と呼ばれるほどの発展を見せた。

そしてまた、わがコンピュータ支援画像診断学会も発足して昨12月で満10年。今年は新しい出発の年になる。

その象徴は、小畑副会長他のメンバーによる特定領域研究を目標にした企画調査の申請である。この計画は、最近の社会の、医療の高度情報化に歩調を合わせて精細さを増してきた人体三次元データの利用と問題点の解決に先取りして取り組もうとする。

本稿ではこの面目な研究計画が認められるであろうことを前提に、それから話題を拾って、わたくしのアワのような夢もご披露しよう。

1 精細な三次元データから膨大な量の画像が生成される。今までのやり方でこれを読影できるのか？

膨大な量の画像の読影という問題は従来、検診の分野が中心であった。そのためCADは、検診に的をしぼって研究を進めてきており、いくつかは実用に、あるいはそれに近いところまで来ている。

しかし画像の大津波は一般診療にも押し寄せてきている。この方面の研究の緊急を要する課題として企画調査が「万能型診断支援システム開発」をうたっているのは極めて妥当である。

2 人間の眼は三次元認識能力がきわめて弱い。精細な人体三次元データを効果的に利用できるか？

そこで従来はせっきくの人体三次元データを、読影

者の眼の認識能力にあわせて断面像として、つまり二次元画像として利用していた。しかしコンピュータにとっては三次元データを直接扱う方がずっと効果的ではなくである。これからの計算機支援診断の研究は、企画調査が「人体内部構造の三次元モデリングを万能型診断支援システム開発の根幹」と位置づけているような方向へ進むであろう。

企画調査はさらに画像情報に対する要求の高度化にもなっており、起きる可能性のある放射線被曝の増加に対処するための検討事項の解明にも目配りしている。手堅い計画である。

3 データ収集が高速になって三次元データの時間的変化を計測する(4次元データである)となれば計算機支援がなければ人間の眼では認識出来ない。

核医学で日常的に行われていることであるが、数十分にわたって画像データの時間変化を追い、それに関心のある領域ごとに解析して生物学的パラメータを算出し、それを画像に表示する。

画像に表示される生物学的パラメータは、現在ルーチンに行われているものを思いつくまに上げるだけでも、人体各所の血液量あり、血流量あり、ぶどう糖消費率あり、酵素活性あり、場合によっては神経伝達物質と神経受容体の結合の速度定数といったものまである。

4 生物学的特性値と物理量に関する四次元データ

一見X線CTに似ているMRIでも状況は同じである。MRIの場合、信号の発信源は水素原子核である。したがって水素原子核の密度と緩和時間はMRIが追求すべき重要な物理的特性値のはずであった。しかしこれらは、現在では画像にコントラストをつける道具と

*放射線医学総合研究所 千葉市稲毛区穴川4-9-1

なり、診断をする時に定性的に参照されるだけになった。

代わってMRIで大事にされているのは、たとえばがんとその周囲組織の間のコントラスト、脳の表面と脳脊髄液の間のコントラスト、といった具合に、生物学的意味合いのはっきりしているもの、そして臨床医が当面見たいと思う生物学的な変化を鮮やかに写し出すものである。

つまりMRIのデータは物理学的特性値を根底に置きながらも、生物学的特性を表すものへという方向に向かっているのである。

5 個人ごとの生物学的特性値と物理量に関する四次元データの持つ意味

クローンという言葉がある。生物学用語では遺伝子組成が完全に等しい生物同志を指す。遺伝子の表現型である個体を見ると、クローン同志は解剖学的な面だけでなく、生理生化学的な点も似ている。

クローンのこの性質を考えたとき、個人ごとの生物学的特性値と物理量に関する四次元データの持つ意味は注目に値する。遺伝子組成の発現である酵素活性の強さなり、人間ひとり一人の独自性をもった人体をバーチャル化してコンピュータ内に蓄えるものだからである。

今のところ現実に使えるのは、限られた部位の、しかも限られた臓器組織の、それも解剖学的なデータが中心であるが、コンピュータ内に構成されるデータに生理生化学的な指標が増え、範囲も全身をカバーできるようになると、それはバーチャルクローンとでもいふべきものになる。

6 画像医学—バーチャルクローンの部品棚

以上の観点から見て、これからの画像医学に期待される一つは個々の被検者のバーチャルクローンの部品を数多く揃えることである。画像医学という部品棚に、選りどり見どりの部品が並べば、診断治療はいうに及ばず、人生設などにも役立つに相違ない。

ただそれには解決すべき問題が山ほどある。いまのままでは部品棚が完備されていないので、たとえ部品

が保存されていてもその取り出しがうまくいかない。改めて作った方が便利なくらいである。また、今の画像医学は部品でなく単体を生産しているようなものなので、次の述べるシステムへの組み込みに配慮したデータにする必要がある。

7 CADMに期待されるバーチャルクローンの構築

さらに大きな問題は、生命の営みの、限らない多様さである。人間がどんなに頑張っても、個々人の全部品を集めるのは不可能である。また全部品を集めてもいのちは宿らない。

もっとも「いのちは宿らない」というのは、利点であって決して欠点ではない。いのちが宿ってしまっは、倫理問題が発生する。

とはいえ、バーチャルクローンでは、目的とする部品が現実の個人の個性を反映した働きをするのを期待されている。そこで考えられるのは多数の人間からえた寄せ集めの部品で、標準的なバーチャル人間システムを作っておき、その患者で問題になっている箇所、その患者の個性が反映されている箇所を、その患者の部品で置き換えて機能させるという方法であろうか。

遺伝子の異常も、病原菌の感染も、毒物の摂取も、代謝の異常も、つまるところは、生身の人間に発現して初めてパターマ(病苦)になる。このことを考えると、個々の生身の人間の種々な特性をコンピュータ内に構築して、種々な介入をした場合のシミュレーションを可能にするバーチャルクローンは、これからの医学に大きな貢献をするであろう。

コンピュータ支援診断学会の10年を振り返って

放射線医学総合研究所客員研究員
飯沼 武※

CADMも発足以来、10年経ったのかと改めて感慨無量である。CADの分野ではこの10年間に大変な進歩があった。小生の独断と偏見に基づく印象を記してみよう。

1. CAD研究小史

CADの発展は学会としてのCADMのほかに、がん研究助成金のCAD研究班によって全面的にバックアップされている。この研究班は鳥脇先生が最初に班員として加わった時点から数えると32年もの長期にわたって継続している班会議なのである。最初の班会議は私の恩師梅垣洋一郎先生によって1968年に始められた「コンピュータによるがん診療の総合研究」というテーマの班会議であった。鳥脇先生は1970年からすでに梅垣先生の班会議に加わっておられ、そのときのテーマは「X線写真のパターン認識」であった。

その後、画像関連の班会議が継続され、筆者や館野先生が班長を勤め、CADの研究はずっと続けられた。鳥脇先生が本格的なCAD班を組織されたのが1987年のことであった。主任研究者は鳥脇先生で、テーマは「デジタルX線像によるがんの自動診断ソフトウェアの開発に関する研究」であった。その後、2002年現在に至るまで主任研究者は交代しているもののCADの班会議は継続しており、しかも益々、活発になっていると感じる。

筆者はこの班会議に最初から参加しており、全くの古株になってしまった。正に、CAD研究の当事者ではないのだが、そばからその発展を眺め、色々と注文をつける立場として少しはお役に立っているとすれば幸いです。

筆者から見て、CAD研究のもう一つのエポックは1998年のR2 Technology社によるマンモグラフィCADの実用機の開発である。この年は筆者がCADM大会を大会長として開催した時であり、そこでR2 Technologyの長谷川氏を招いてパネル討論会を開催した。この席で当時の厚生省医療機器審査課の俵木技官がCADの性能がある一定の精度をもち、第二読影者である医師が全例読影を行えばCADシステムの利用は問題ないのではないかという発言をしておられる。事実、1999年にはR2社のImage Checkerは厚生省の治験を通して市販されている。従って1998年はCAD実用化元年と言えるのではなかろうか？

2. 癌検診とCAD

さて、CADの目的にはいくつかのものが考えられるが、筆者は優先度の高いテーマとして、癌検診のスクリーニング検査における2重読影の片割れとしての役割をあげたい。その理由には(a)わが国は世界で最も多く癌検診を行っている。しかも画像診断を一次スクリーニング検査として使うものが多い。(b)癌検診では大量の正常な画像の中から少数の異常な画像を発見する作業であるため、読影医師にとっても退屈な単純な作業である。(c)癌検診では見逃しを防ぐため、二人の医師による2重読影が不可欠とされている。(d)スクリーニング検査としての画像は一般に外来の診療で行われる画像検査と異なり、かなり画一化されており、CADにとって取り組みやすいなどがあげられる。

現在、癌検診のスクリーニング検査のCADには次の3種がある。(1)マンモグラフィ乳癌検診、(2)ラセンCT肺癌検診と(3)CT大腸鏡検診である。このうち、(1)はほぼ実用にな

っているもので、(2)も実用に近づいている。しかし、(3)は話題になってはいるが、まだ、大腸癌検診のスクリーニング検査として使えるか否かはっきりしていない。

マンモCADは前述にR2社の製品に代表されるようにすでに実際に検診の場に適用されており、Radiology誌にはCADを併用した時の正診率や要精検率への影響を研究した論文が掲載されている。わが国では東京農工大学の小畑教授のグループと富士フィルム、岐阜大学の藤田教授のグループとコニカが共同研究を進めており、両グループともかなりの高い正診率をすでに示している。CT肺癌CADは徳島大学の仁木教授のグループと豊橋科学技術大学の山本教授のグループが研究を進めており、こちらもCADシステム自体の性能としては専門家並みの正診率をだすところに到達している。

3. 癌検診CADの実用化に向けて

いよいよ、癌検診CADシステムの実用化が近づいたと筆者は感じている。筆者は工学部の出身であるのでこのCADシステムを特許として申請すると同時に、製品として市販する所まで完成するのが目標である。CADシステムは医療機器であるから、当然市販するためには厚労省の治験を通さなければならない。

そのためには今後何をなすべきか？以下は筆者の私見を述べる。

- (1) 前提条件は2重読影の片割れとしての役割を担うことであるので、最終的には医師が全例を読影して最終的な判定(要精検)を下す。
- (2) そのためにCADがどの程度のfalse negativeとfalse positiveであれば、一緒に作業する医師が快適に読影できるかを決定する。
- (3) そのCADシステムを複数の施設で過去のデータベースを用いて読影実験を行い、その成績がほぼ一定であることを示す。
- (4) この段階でもし、医師2名による2重読影の結果と比較して同等またはそれ以上であることが確認できたら、システムとして治験を申請する。
- (5) その後もprospective studyを行い、CADシステムの精度向上を目指すこと。

以上が筆者が考えているわが国における実用化の手順である。

4. 終わりに

CAD研究は工学者に興味のあるパターン認識研究としてスタートしたが、これが現在のこのような形で実用化されるとは正直な所、想像できなかつた。筆者も長くこの分野に関与してきた甲斐があるというものである。是非、近い将来にわが国発のCADの実現をお願いしたいと思っている。これが筆者の2002年の夢であり、CADM学会10周年の素晴らしい記念をなるのではなかろうか。

※放射線医学総合研究所客員研究員 e-mail: RXG06724@nifty.ne.jp

コンピュータ支援画像診断学会 (CADM) 10年 — 回顧と展望のためのノート

名古屋大学大学院工学研究科 鳥脇純一郎

本学会 (コンピュータ支援画像診断学会) (Society of Computer Aided Diagnosis of Medical Images?以下CADMとかく)が発足したのは1991年末であった(注1)。以来10年が経過している。この間コンピュータ支援診断 (CAD) の発展は著しく、まとめて経過を振り返る暇もなかったというのが筆者の実感である。そして、急速な発展の中で発足当時に意図していた事柄が良くも悪くも次第に変化していくことは自然のなりゆきである。しかし、その経過を記録しておくことは今後の正しい発展のために不可欠である。ただし、この作業には無視し得ない時間と労力を要する。本小文は、その第一歩としてとりあえずの筆者のメモとして、思いつくことをあげておくにとどめる。

CAD (Computer aided diagnosis) という言葉は今ではほぼ定着しているが、本会発足時はそれほどでは無く、必ず何がしかの説明を要した。そこで、CADMの発足当時に意識していたこととして、少なくとも次の3点がある。

(1) CADは医用画像機器メーカーから臨床医に至る広い範囲の専門家の緊密な協力が必要である。そのための最新の成果と問題点を発表、討論できる場を用意する。

(2) 画像のCADシステムの開発のためには良質の臨床症例画像のデータベースが必要である。しかし、症例データを各患者を直接に担当する医師以外に無制限に開放することは、色々の理由で非常に難しい。そのためには少なくともデータ提供を受ける側に明確な範囲の規定がほしい。

(3) CADを今後の医療で活用するためには、技術のみでなく医療システムの中での活用の仕方も含めての基礎研究が必要である。

(1) については、本学会が、年次大会 (年1回)、研究会、学会ニューズレター、論文誌、など用意することで対応してきた。(2) については、1995年以来本学会画像データベースが何種類か発刊されることで、当面最小限の目標を達している(注2)。(3) についてはその後、より臨床に近い、あるいは、より目標を絞った学会が幾つもでき、本学会の成果が評価されると共に、本学会のメンバーも活発に活動を展開している(注3)。

その他、本学会の活動に無視できない影響を与えてきたと思われる事柄を思いつくままにあげる。

(i) マルチディテクタCT (MDCT) の発展 ヘリカルCTは本学会の発足時には既に出ているが、日常的に使われるまでには至っていなかった。現在ではそれより何段階か進化したMDCTが主要な画像情報の供給源として認識されており、さらに、数倍の解像度の向上、3次元CTの動画も視野に入っている。

(ii) CASの登場と発展 コンピュータ外科 (Computer Aided Surgery CAS) 学会が、国内外において発足した (Japan Society of Computer Aided Surgery JSCAS 1992年)、International Society of Computer Aided Surgery ISCAS 1992)。本学会の年次大会は1994年 (第4回) から上記のコンピュータ外科学会との合同開催となっている。これは、外科×内科×放射線科、電子・情報系×機械系、のような特色のある組み合わせの学際領域を生み出した。

(iii) 電子ジャーナル 本学会の学会誌は発足以来電子ジャーナルとして出発した。現在、他の学会が急速に電子化に移行しつつあるのをみると、多少とも「先見の明」があったと言えようか。私の記憶では、創設時の委員の間では、電子ジャーナルの積極的支持はむしろ医学系の方から出されていたように思う。新しい領域に参画しようとする医学系の先生の意欲を感じたものである。

(iv) 電子化論文誌と並んで本学会会員間の情報交換の場としてニューズレターがある。その記事

の内容的なレベルの高さは会誌の論文に勝るとも劣らないし、記事の性格や構成の自由な組立においてはむしろ会誌に勝る。電子化学会誌が当初から機能したのも一方で紙メディアの優れたレターが存在したからとも言えよう。ひとえに、創設以来の編集長と編集スタッフの手腕と尽力の賜であり、また、寄稿者の優れた記事のお陰でもある。

終わりに、これからの本学会の方向に関連して、2つの事柄をあげておこう。

一番目は、やや一般的な問題である。学会誌全般（本学会ではなくて、主に電子・情報系の学会であるが）の関係者の間で次のような意見がある。すなわち、英文で、しかも、web上でアクセス可能なものでなければ、これからは参照されにくくなる（既にそうなっている）。参照されることのない学会誌には良い論文は集まらないから、次第に衰退していくであろう。かくして、それぞれの分野で英文のメジャーな学会誌（現状では実質的に大半はアメリカの学会誌）以外は遠からず消え去るであろう。会員の皆さんはどう考えられますか。幸い、本学会は既にweb上の公開は果たしている。もっとも、このことに関連して筆者が直ちに思いつく別の要因もいくつかある。例えば、学際領域の幅広い関係者（大学や研究所のようなアカデミックな機関の研究者から次世代を養成する教育者、企業のエンジニア、医学系と工学系の大学院生、異なる専門分野の開業医師、などに至る）間の研究成果の発表と共有の容易さと早さ、日本語という我々固有の言語を使うことの利点（その有無と内容）、といった事柄はその例である。

二番目は、CADの発展の方向である。筆者は既に別のところで述べたことであるが（注4）、今後のCADとして、恐らく次の3種類が考えられるのではないかと（あるいは、このように考えてみるのはどうか）、とすることである：

(a) 専用CAD (Special purpose CAD) : 用途、対象を明確に規定した診断支援。例えば、肺がんスクリーニングに於けるCAD。

(b) 汎用CAD (General purpose CAD) : 対象を予め特に規定せず、医師の最初の画像診断においてナビゲート、もしくは、モニタリングを行う。例えば、3DC Tの情報の多さに対処する診断ナビゲーション。

(c) 日常CAD (Daily use CAD) : 専門の異なる領域の医師や一般人のホームドクター、あるいは一般の人自身が気軽に使える健康診断ツール。例えば、職場の定期検診に於ける心電図検査や血液検査におけるコンピュータによるコメントはその例である。

もちろん、本学会はこのすべてを対象とする。

本稿では取りあえず、学会10年の活動と今後を考えるに当たって思い浮かべられることのいくつかをメモとして記したものである。実際には、他にも多くの事柄を思いつく。これらの各項目の意義と今後への考え方については、稿を改めて考察し、述べてみたい。また、会員の皆さんからもご意見をお寄せ頂ければ幸いである。

*注1 CADM設立総会は1991年12月14日に学士会館分館で行われた。さいわい、西暦年号の最後の桁に1がくると当学会は*十周年を迎えることで、大変覚えやすい。

*2 マンモグラフィ・データベース 1995. 2 発刊, 胃X線二重造影データベース 1997. 7 発刊, 胸部間接撮影X線像データベース 1998 発刊。

*注3 例えば、胸部CT検診研究会が1994年2月に発足している。

*注4 J. Toriwaki : Forty years of CAD, IEEE Trans. on Medical Imaging, 2002 (印刷中)
鳥脇純一郎: 厚生省がん研究助成金長谷川班 平成14年度第2回班会議資料、2002. 12.

CADM 発足 10 年に思う

副会長 小畑秀文

コンピュータ支援画像診断学会（略称 CADM）が発足したのは 1991 年 12 月 20 日である。設立発起人 40 名と一般会員の出席の下に学士会館本郷分館において午前 10 時 15 分より設立総会が開かれた。また、午後 1 時から鳥脇純一郎教授（名古屋大学）の特別講演と一般講演 9 件の発表があり、これが CADM の第一回学術講演会となった。設立総会においては日本経済新聞社、日本医科器械新聞社、日刊工業新聞社からの取材があり、翌日にはそれぞれの新聞に設立総会の様子が載った。「画像情報もとに診断を支援 産学官で学会設立」、「医・工学者と機器メーカーの協力で コンピュータ支援画像診断学会 関係者 53 名で設立総会開く」などの見出しで新しい学会の発足の様子が報じられた。それから丸 10 年が経過している。世界でも CAD (Computer Aided Diagnosis) を学会名に掲げるものはわが CADM 以外にはない。今後の技術の発展により、この種の学会が広まると予見されるが、先見の明として誇るべきこととあってよい。この将来性豊かな CADM 発足に直接かかわった者の一人として、感慨深いものがある。CADM 発足 10 年を機会に本会発足の経緯についてここに記し、記録に留めておきたい。

CADM 設立においては館野之男先生の果たした役割を忘れてはならない。1970 年代後半から 1980 年代前半にかけて、労働省(当時)の管理下にある労働災害防止協会の下にじん肺に関する調査研究委員会が組織されていた。その中に館野之男、飯沼武（以上放医研）、鳥脇純一郎（名古屋大学）の各先生方や筆者などが加わっていた。工学の立場のものが加わっていたのは、計算機による定量化の可能性を探ることも委員会活動の一つに含まれていたからである。このような活動の中で一つの転機となったのが、館野先生の一言であった。「胸部は難しい。この厚みのある対象が平面に投影されるので、いろいろな臓器が重なり、その影響を回避するのは容易なことではない。それに比べてマンモグラムの場合には、圧迫して撮像するので、胸部に比べれば数段計算機に有利である。それに需要にも強いものがある。実用化はマンモからであろう。」飯沼先生もこれと同意見であった。というよりも、お二人の密な意見交換により、そのような結論にたどり着いた、というのが真相であろうと推測している。館野・飯沼両先生は言葉を発しただけではなく、それを具体的に進めるための行動を素早く起こしたのである。富士写真フィルム(株)にサポート役を依頼し、新しい研究会を発足させたのである。年数回のペースでの私的な研究会「マンモ CAD 研究会」である。1989 年のことであった。会場は東京駅内のステーションホテルで、夕食をとりながらの楽しい研究会であった。そこには、医学サイドからは館野・飯沼両先生、当時の国立がんセンター中央病院放射線部長の山田達哉先生、縄野繁先生、高知大学の西谷弘先生、富士写真フィルム側からは加藤久豊氏、中島延淑氏、工学サイドからは鳥脇純一郎先生、山本真司先生などが加わっていた。いずれも CADM 発足に貢献された面々である。一方、この私的な研究会と同時並行の形で鳥脇先生を班長とする厚生省がん研究助成金の鳥脇班も活発に活動していた（1987

－1990年度)。厚生省のがん研究助成金で医師の診断をコンピュータが肩代わりする自動診断を目的とした研究班が始めて認められたのは昭和59年（1984年）である。それ以来、継続して研究班が組織され、組織的な研究がなされてきていたのである。その研究班という組織の存在により、肺がん、胃がん、乳がんなどのCAD研究のレベルも大幅に進展していた。そのような状況下で、1991年度からは4年間の鳥脇班のあとを筆者が引き継ぐこととなった。マンモCAD研究会での取り組みも軌道に乗っていたころであったが、そこに再び転機が訪れた。またもや館野先生の一言である。「そろそろ私的な研究会を発展的に解消し、計算機支援診断全般を扱う学会を作り、世界をリードする基盤作りに取り組むべきではないか。最初は研究会の形で発足し、十分に規模も大きくなったところで学会に衣替えするのが通例であるが、最初から学会と名乗った方がよい。」「班会議のメンバーは全員が会員となるであろうから、班会議の事務と学会事務とは共通化が可能である。年次大会は班会議と兼ねればよい・・・。小畑さん、どお？」との“ご託宣”である。若気の至り(?)で館野先生の構想通りに、がん研究助成金の班長としての事務と新学会の事務局とを引き受けることとなった。事務局が筆者の研究室内にあるのはこのような経緯による。

以上の経緯からも明らかなように、館野先生および陰に陽に連携して活動される飯沼先生を抜きにしてCADMはありえないのである。初代会長はもちろん館野先生にお願いすることに全員一致したことはいうまでもない。厚生省の小畑班の班員は勿論、広くCADシステムの研究開発に取り組んでいる研究者に呼びかけ、CADMに加わっていただき、発会式を兼ねた第一回大会が学士会館分館で開催された。当初の館野先生の発案通り、班会議を兼ねる形で行った。文字通り、CADM=班会議という図式であった。論文集も原稿をゼロックスコピーしたものに表紙を付けてホッチキスで留めたものであった。まさに手作りである。しかし、CADM=班会議という図式は第一回限りのことであり、次回からは両者は明確に区別されていることはいうまでもない。班会議に関係のない会員が多いことからそれは当然のことであった。

発足時は正会員85名、賛助会員5社であった。会員数は少しずつ伸びてきており、現在は正会員134名である。大幅増とまではいかないまでも、多くの学会が会員を減らしつつある中で増加していることは本学会の将来を明るくしている一つの証拠ではないかと思われる。ただし、賛助会員数は一時は7社になったものの、バブル崩壊の影響により、現在は3社と発足時を下回っているのは残念である。

CADへの関心はCADMが発足した当時と比べ、明らかに高まっているとあってよい。マンモグラフィ－CADシステムの実用化が始まり、X線CT画像による肺がん検診のCADシステムの実用化も間近であること、マルチスライスCTの普及が診療現場でのCADシステムの必要性を加速していること、などがその理由として考えられる。高度に知的なパターン処理の結果として行われる医師の診断という行為を計算機で一部でも肩代わりしようという行為は当然のことながら極めて高度なものである。研究対象としても課題の宝庫とあってよい。CADシステムの本格的実用化の時代を迎えようとしているとき、本学会の果たす役割は重要である。ソフトウェアの多くの分野でアメリカに遅れをとっている中で、CADは世界のリーダーになる可能性を持つ数少ない分野の一つとあってよい。CADを掲げる学会を世

界で最初に発足させた実績を背景に、日本はこの分野での世界のリーダーとしての地位を是非とも確保すべきであると筆者は考えている。少なくともそのような意気込みで研究活動を積極的に推進しなければならない。CADM はそのための医学・工学・産業界の間に立ち、三者の交流の環境整備の役割を果たすべきである。学会発足10年をかえりみたとき、次の10年の重要性を思わずにはいられない。会員諸兄の一層の活動を期待してやまない。

特集-2

腹部診断・手術支援のための画像データ整備

— 肝臓画像について —

佐藤嘉伸

(大阪大学 大学院医学系研究科 多元的画像解析分野

〒565-0871 吹田市山田丘2-2-D11)

本稿では、2001年CAS・CADM合同シンポジウムにおいて行った講演の概要について述べる。講演では、腹部、特に肝臓を対象とした診断・手術支援のための画像データの計算機解析の必要性、CTデータ解析パッケージソフトの実例、および、手術支援への適用例について述べた。まず、大阪大学病院で、肝臓疾患の患者に対して実際に行われている検査を例として、画像データ量が、近年いかに急速に増大しているかを示す。次に、肝臓CTデータ自動解析の有用性と方法の概略を述べる。さらに、大阪大学で開発された解析手法を実用化したパッケージソフトを用いた生体肝移植の術前計画支援について述べる。

1. 肝臓疾患の患者1人あたりのデータ量

現在、大阪大学における肝臓疾患をもつ患者1人あたりの画像データ量は、以下のとおりである。

- ・CT：512 x 512(画素)の画像が700枚程度
- ・MRI：256 x 256(画素)の画像が80~200枚程度
- ・単純X線：1~2枚程度
- ・造影X線：10~20枚程度

以上のように、現在のところ、CTのデータ量が、特に大きいことがわかる。以後は、肝臓画像に関して、CTのみに話題を絞ることにする。

肝臓の造影CTの画像枚数の増大は、近年のヘリカルCT、さらには、マルチスライスCTの実用化に伴うものであり、データ量の増加速度は以下のような急激なものである。

- ・~1994年：
 - 単純20枚、造影20枚程度
- ・1994年~(ヘリカルCT導入以降)
 - 単純20枚、造影40-60枚
- ・1999年~(マルチスライスCT導入以降)
 - 単純40枚、造影160枚、3D用画像477枚

特に、マルチスライスCT導入以降は、全画像枚数が、700枚近くにもなっている。これは、特殊なものではなく標準的に行われている検査であり、もはや、計算機の支援なしには、これらの膨大なデータから診断や手術計画に有用な情報を、効率よく獲得することが困難な状況になっている。

2. CT画像解析の診断・手術における有用性

大阪大学では、1998年より膨大なCTボリュームデータから、計算機解析により効果的に診断情報を獲得するために、多元的画像解析教室と放射線医学教室が共同で、CTデータからの肝臓領域の自動セグメンテーションの研究を開始した。肝臓領域の抽出は、診断支援/手術支援のための基本処理であり、以下のような有用性が期待できる。

- ・ 肝腫瘍検出の診断支援
 - ・ 肝臓内の腫瘍を自動検出するためには、肝臓領域の抽出が前提条件である。
- ・ 肝臓手術計画支援
 - ・ 血管・腫瘍の3次元構造把握
 - ・ 肝臓体積推定

手作業による領域抽出は、時間や労力がかかり医療スタッフに多大な負荷をかけるだけでなく、抽出領域が、作業を行う操作者に依存して、変わってくる可能性があり、客観性の欠如も大きな問題である。そこで、我々は、マルチスライスCTの高時空間分解能を最大限利用した、信頼性の高い自動肝臓領域抽出法の開発を目指した。

3. 肝臓領域自動セグメンテーションの概要

シングルスライスCTにおいて、全肝スキャンを5mmスライスで20秒かけて行っていたものが、4列のマルチスライスCT（あるいは、MDCT）を用いた場合、単純に考えて、時空間解像度が4倍になると仮定すると、全肝スキャンを2.5mmスライス(半分のスライス厚)で10秒(半分の時間)で行うことが可能になる。大阪大学病院では、この高速かつ高スライス方向解像度スキャンを利用して、肝臓のダイナミックCT検査において、造影剤注入後、1回の息止めの間に2回の全肝スキャンを行い、造影剤循環状態の異なる2時相のボリュームデータを獲得し、診断に役立てている[1]。第1時相を10秒でスキャンした後、5秒おいて、第2時相を10秒でスキャンした場合でも、計25秒であり、1回の息止めが可能な範囲内である（一般に、第1時相は動脈早期相、第2時相は動脈後期相と呼ばれる）。

これら2つのボリュームは、1回の息止めの間に撮影されているので、2つの時相間での呼吸相の違いによる位置ずれは無視できる。よって、各ボクセルは、体内の同一点における造影剤動態を忠実に反映していると考えることができる。我々は、マルチスライスCTによる高速高解像度スキャンにより、ボクセル単位で得られている造影剤動態をコンピュータ解析することで、全自動で肝臓領域を認識し肝臓体積を定量化する方法[2][3]を開発した。

4. 肝臓領域セグメンテーションの結果

図1に、自動抽出された肝臓の三次元画像を示す。本システムでは、動脈後期相より門脈を自動抽出し、さらに、門脈相から静脈を自動抽出している（門脈相に関しては、1回の息止め撮影ではないので、静脈の位置が完全に合っているという保証はない）。また、一部の腫瘍に関しても、CT値と形状を分析することにより、自動抽出が可能である。肝臓の抽出精度に関しては、9症例に対して、放射線科医の手作業による精密トレースを行い、その結果に基づいたROC解析により有効性が実証されている[3]。特に、単一時相のボリュームを使ったときには、データによっては、False Positive (FP) と False Negative (FN) のどちらかが大きくなる場合（明らかな失敗）があったが、2時相を用いた場合はそのような結果のバラツキが非常に小さく、9症例の全症例において満足いく結果を得た。一方、単一時相ボリュームを用いた場合でも、造影効果の高い後期相のみを用いた場合では、9症例中7例に関しては、2時相を用いた場合に匹敵する結果であった。しかし、2例に関して、FPあるいはTPのどちらかがやや大きくなり、満足いく結果を得るためにはマニュアルによる領域編集（領域の削除あるいは追加）を必要とした。失敗した2例においても、自動抽出ソフトを用いることにより、操作者の負担は大幅に軽減された。

5. 肝臓解析パッケージソフトと生体肝移植における画像支援

大阪大学で開発された手法は、PC上で動作するパッケージソフトウェアとして市販されている（Virtual Place M, (株)医用画像工学研究所、東京）。図2にソフトのメイン画面を示す。DICOM通信やMPR機能を主体とした基本ビューソフトを本体ソフトとして、肝臓抽出ソフトは、その本体ソフトに「プラグイン」という形で組み込んで利用できる。本体ソフトには、肝臓抽出機能の他、心臓解析機能、準リアルタイムボリュームレンダリング機能、仮想内視鏡機能、ボリュームデータ編集機能など、様々な付加機能を、プラグインとして組み込むことが可能で、ユーザは本体ソフトからそれらすべての機能を組み合わせて使うことができる。

生体肝移植の手術計画においては、ドナーの肝臓体積の推定は必須検査項目の一つと言える。実際、生体肝移植をかなり以前から行ってきたある大学病院では、肝臓体積推定のため、外科医がCT画像から、1枚1枚手作業でトレースして、肝臓領域を抽出し、体積を算出していた。生体肝移植は、現在では、様々な病院で行われるようになってきたが、肝臓体積推定は、以前、手作業によるトレースで行われている状況である。生体肝移植を行っているこれらの病院に、今後、我々の開発した肝臓解析パッケージソフトが導入される予定であり、肝臓体積推定における労力の大幅削減と客観性向上が期待できる。

6. 将来展望

マルチスライスCTは、初期の4列から、最近では8列が出始め、すぐに16列も登場するものと思われ。本稿では触れなかった、MRIに関しても、SENSEという方法により、撮影速度の向上が期待でき、あらゆるモダリティでますますデータ量が増大するものと思われる。今後、計算機支援の実用化をますます加速していかなければならない。

今後の画像解析の課題としては、ダイナミック造影CTにおける異なる呼吸相のボリュームデータの位置合わせ（レジストレーション）、さらには、CTとMRのボリュームデータ同士の位置合わせに重点をおいて、研究開発を進めている。これにより、異種情報をボクセル単位で統合することが可能になり、さらに詳細な計算機解析が可能になると考えている。

謝辞：大阪大学病院放射線部における肝臓ダイナミックCTの画像データ量およびMRIの開発動向に関する情報は、大阪大学 放射線医学教室 の 堀 正敏 先生より提供頂いた。

参考文献

- [1] Murakami T, Kim T, Takamura M, Hori M, Takahashi S, Federle MP, Tsuda K, Osuga K, Kawata S, Nakamura H, Kudo M: Hypervascular Hepatocellular Carcinoma: Detection with Double Arterial Phase Multidetector Row Helical CT, *Radiology*, 218:763-767, 2001.
- [2] 医療用画像の領域抽出方法, 特願 2001-152523, 平成 13 年 5 月 22 日.
- [3] 榎本、堀、佐藤、村上、上甲、中村、田村：マルチスライスCT画像からの肝臓領域自動抽出, 電子情報通信学会論文誌(D-II), J84-D-II(9): 2150-2161, 2001.

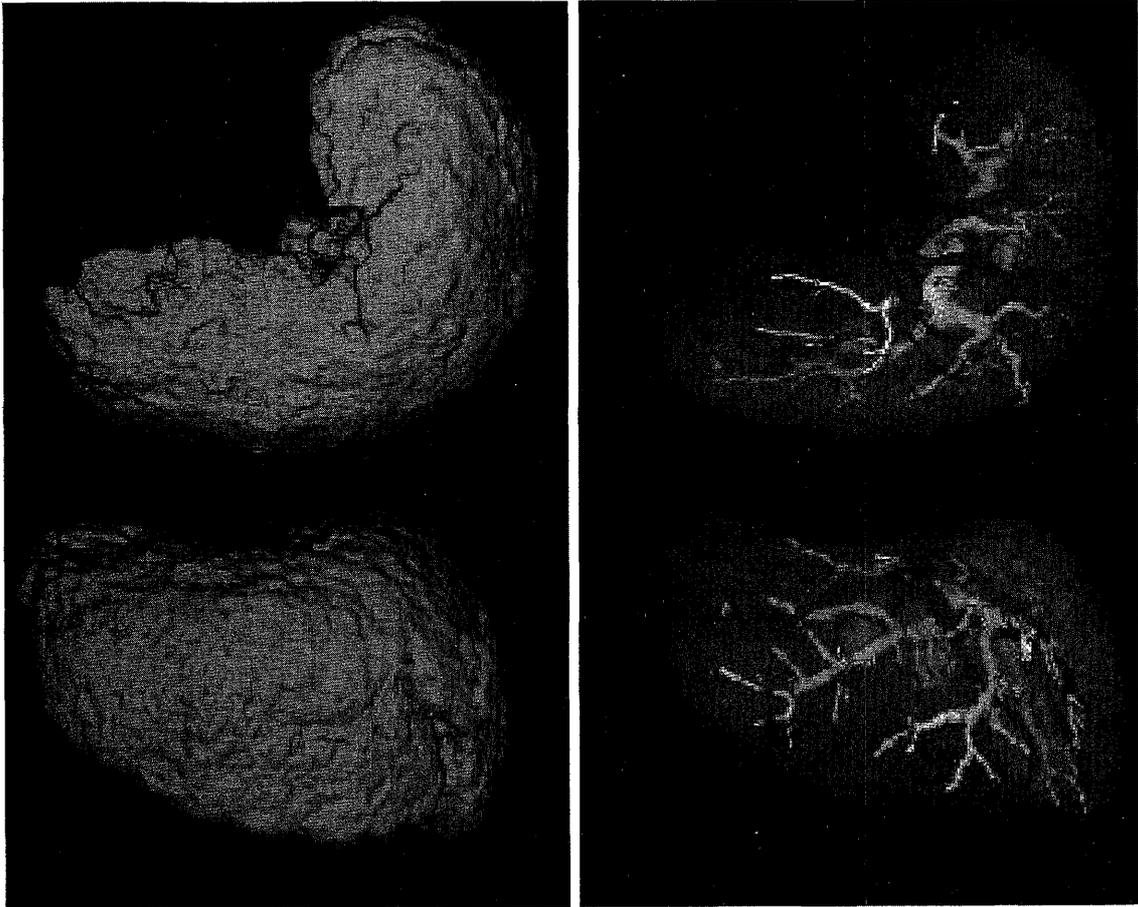


図1 全自動抽出された肝表面・血管・腫瘍の3次元画像

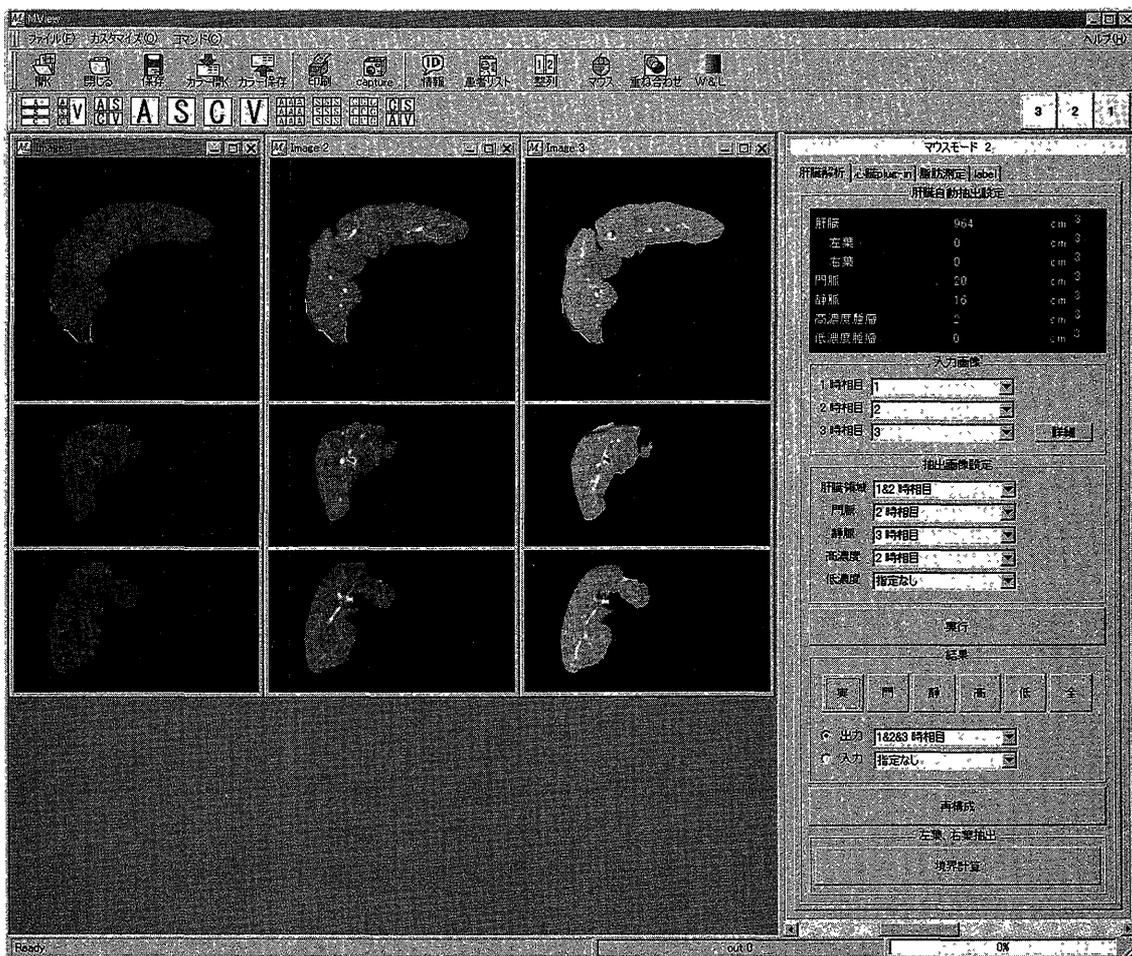


図2 自動領域抽出を可能にするパッケージソフトウェア
(Virtual Place M, (株) 医用画像研究所、東京)

脳外科領域における統合的な画像データ利用

荒俣 博*

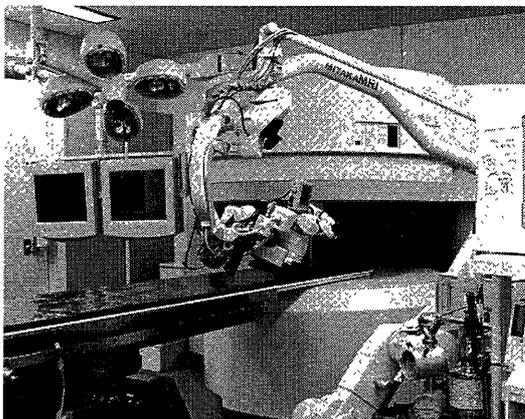
東京女子医大脳神経センターでは、「インテリジェント手術室」と称してオープンMRIの術中撮影を中心に様々な画像を統合的に利用する手術支援システムの構築を進めている。

「インテリジェント手術室」では、術前画像(CT,MR)とその位置情報を利用して3次元的に手術計画を立案するシステムおよび術中に手術計画データを顕微鏡画像に対して3次元的にリアルタイムで重ねあわせるステレオハイビジョン顕微鏡システム、術中オープンMRI画像を利用した3次元ナビゲーションシステムが利用されている。

本稿ではこれらのシステム紹介とそれに利用される画像に対して要求される条件について述べ、さらに今後の方向性とシステム運用面での課題について検討する。

現在のシステム概要

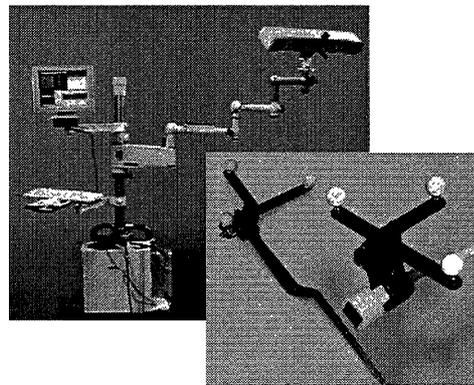
術前のCTやMRI画像情報を利用して3次元的に抽出した腫瘍や正常組織の形態情報を術中のハイビジョン顕微鏡映像にインポーズするシステムが「HivisCAS」である。顕微鏡画像をハイビジョン化し、顕微鏡から分離したステレオスコープで立



Open MRI とハイビジョン顕微鏡

体視可能となっている。この分離により術者は不自然な姿勢から開放される。また、術前に抽出した3D形態情報が顕微鏡の動きに合わせてリアルタイムに正しい位置にインポーズされる。

術中に撮影した最新の画像情報と3次元ポイントを組み合わせ任意の位置のMPR表示を行う「Real Time Navigation System」は、手術室に設置されたオープンMRIから画像データをDICOMで



術中3Dナビゲーター

取り込み、撮影時に患者頭部に取り付けたマーカーを利用して画像情報とポイントの3次元レジストレーションを行う。このレジストレーションにより正確な位置の画像情報を提供する。術中撮影で最新の形態情報が得られることから開頭時に起こるブレインシフトの影響(術前画像との位置ずれ)を抑えることができ、比較的安全に腫瘍の摘出率を高めることが可能となる。

画像データの手術支援システムへ応用

一般に手術計画や術中ナビゲータシステムに取り込まれる画像データには診断画像に比べてさらに正確な位置情報が要求される。現在ほとんどのデータがDICOM形式で撮影装置から転送可能となって

* : 東京女子医科大学大学院 先端生命医科学研究所 先端工学外科学分野
〒 162-8666 東京都新宿区河田町 8-1

いるが、DICOM画像情報にピクセルサイズ、スライス位置、軸方向ベクトルといった情報が撮影装置によって正しく設定されている必要がある。これらの情報をもとに画像上のランドマークマーカの位置を正確に求めることが可能となり、術中の顕微鏡や3Dポインターとのレジストレーション精度およびそれぞれの術中ナビゲーション精度が確保できるようになる。

また術中ナビゲーション精度向上の課題として、術中撮影されるMRI画像の歪み対策が挙げられる。様々な機器が設置されている術場で撮影される低磁場MRI画像は撮影領域の辺縁において歪むことが確認されており、撮影手技の工夫や撮影データの歪み補正ロジックの組み込み等で回避することが今後必要となる。

戦略的手術支援システムへ

次にシステムの今後の発展について考察する。

まず、システムがサポートすべき手術を中心としたワークフローを図1に示す。今後システム適用例の増大を見込んで症例データベース[Case DB]を構築し、実際の治療過程および臨床研究の両方をサポートすることを目指す。現時点ではひとつのアプリケーションで全ての症例に対応することは困難であり統合化するコストのぼうがかかってしまうため、データ整備や蓄積には標準インターフェイスを持たせるものの、ワークフローの各フェイズにおけるアプリケーションは症例に応じて順次加えられていくスタイルを採用する。

診断、治療計画のフェイズでは患部および術中においてクリティカルな正常組織等を判別することが重要であり、生物学的・遺伝子学的標識や機能画



図1 目標とするワークフロー

像撮影の発展、CAD技術の進歩による自動判別などが今後のキーとなってくる。

手術現場においては比較的短時間に様々な行為やイベント・データが発生することから、時間軸に沿った各データの記録が必要となる。さらに各システムの3次元的な位置情報の対応を精度よく保ち、患者状態や作業状況の術前計画対比をリアルタイムにフィードバックする必要が生じる。しかし各センサーやデバイスのデータ処理を行うコンピュータを全て術場に持ち込むには限界があり、無線LAN等のネットワークが必要となってくる。各センサーやデバイスの術場への持ち込みは最小限

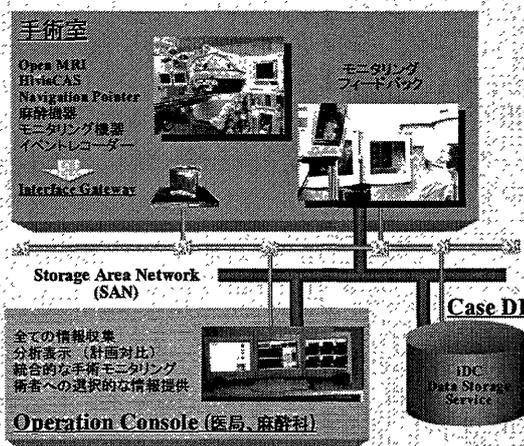


図2 術中システムのネットワーキング

にとどめ、インターフェイスBOXを介して生データを手術の進行を集中管理する端末[Operation Console]に送る(図2参照)。その結果、手術の進行状態を複数人間が異なる場所でモニタリング可能となり、ミスの抑制や遠隔手術、さらにはロボット手術への足がかりとなる。

最後に大きな課題として、新しい手術スタッフの必要性を挙げる。現在、手術支援システムの臨床応用には開発者自身が立ち会っており、適用例が増加すると本来のシステム開発に従事できなくなるジレンマを抱えている。この問題の解決には手術の手技や進行等を把握でき、システムの詳細や利用方法、障害時の対応等に精通した新しい臨床スタッフが必要となる。この新しいスタッフの育成、維持コスト問題はシステムの研究開発と同時に運用課題として検討および解決されていくべき問題と考えている。

診断・治療支援のための画像データの整備—必要画像のネットワーク化に向けて

3、肺癌診断支援のための整備—臨床側から

柿沼龍太郎

国立がんセンター東病院呼吸器科 〒277-8577 柏市柏の葉 6-5-1

肺癌診療支援のための画像データの整備というテーマに関し、日常臨床と CT 検診に分けて述べることにします。

まず、日常臨床では、臨床医は外来、病棟、検討会などの多様な場において画像を必要としています。現時点では（2001年11月 CADM 大会開催時点）、東病院に入っている診療支援オーダリングシステムでは、CR や CT などの画像を参照することができません。国立がんセンター東病院の主たる建物は、病院、研究所支所、陽子線治療棟および緩和ケア病棟で構成されています。たとえば外科検討会では、これから手術を受ける患者を担当しているそれぞれの主治医は、病院地下のフィルム庫から患者の単純レントゲン写真や CT・MRI などの入ったレントゲンの親袋を出してもらい研究所支所 3 階の検討会を行う会議室まで各自で運び、また、持ち帰るのであります。手術症例として提示する症例数が多くなれば労力は大変なものとなります。肺癌の診断・治療方針のための画像データとしては、胸部単純写真、胸部 CT、腹部 CT、頭部 MRI、骨シンチなどがあります。病院 2 階の呼吸器外来、研究所支所 3 階での外科および内科の検討会、病院 6 階での看護師向けの病棟カンファレンスおよび患者・家族に病状を説明する病棟の面談室、放射線部のレントゲン読影室では、以上のすべての画像データを必要とします。病院 2 階の気管支鏡検査室や 1 階の CT 透視下肺針生検を実施している血管造影室および 4 階の手術室では、原則として胸部単純レントゲン写真と胸部 CT の画像があると事足ります。病院 3 階での手術症例の病理検討会でも胸部単純レントゲン写真と胸部 CT の画像を必要とします。現在のところ、それらの画像は主治医自ら運ぶか、搬送機にて運搬されています。肺癌患者の推移ですが、東病院が開院した当初の 1993 年では、年間の新患者数は約 1,500 人、肺癌患者数は約 200 人でしたが、最近では、年間の新患者数は約 1,800 人、肺癌患者数は約 500 人超となってきました。これらの患者数増に対応する画像データの整備・ネットワークが求められています。

次に、肺癌の日常臨床で求められる画像解析について検討して見ます。肺癌の臨床でもっとも頻繁に使用される画像解析は、肺癌の病期診断や治療効果の評価に用いられる肺癌の大きさの測定であります。ひとつの例として、医師が同じ画像上で肺癌結節を計測した結果を示します。小型肺癌の検診 CT 画像を用いパソコン上の画像解析ソフトで肺癌結節の縦と横の pixel 数を 4 人の医師に計測してもらいました。結果は、A 医師：20X18、B 医師：22X20、C 医師：21X19、D 医師：18X17 という結果ですべて異なる計測結果でありました。この場合、計測する画像が低線量の検診 CT 画像であるという画質がやや劣化した画像上での計測であるという不利な条件ではありますが、通常 CT 上でも計測結果のばらつきは日常認められる現象であります。工学側に期待することは、人間が見て定量化しようとする際に再現性が不安定な状況、また、測定者間でのばらつきがある現状を解決するために、より客観的な測定結果を提示できるシステムを開発して頂きたい点であります。次の画像解析の課題として、肺癌結節が葉間に接している場合、胸膜に播種（肺癌細胞が肺の表面の胸膜の上に転移する状態）を起こしてきているか検討する必要があります。この所見は axial 画像で観察するだけでなく、coronal や sagittal で観察すると所見の把握が容易となります。肺癌の進展状況の評価として葉間の評価をする際は、multiplanar reconstruction による coronal あるいは sagittal 画像が役に立ちます。ただし臨床医にとり、このような画像を観察できる viewer はまだ限られた環境でしか利用できないと思われます。この点での改善を工学側に期待したいと考えます。次の画像解析の課題として、肺結節を発見した後で、気管支鏡や針生検で診断がつかない時、thin-section CT にて経過観察し(follow-up CT) 肺結節が増大するかどうか経過観察する場合があります。この場合は、医師の視角的評価にて結節が増大しているかどうか評価します。この課題についても、工学側による客観的な評価方法の開発を期待するところであります。最近の肺癌診療の中で、現在もっとも hot な画像解析の話題のひとつが thin-section CT 上での肺癌結節の濃度解析により予後が予測できる可能性であります。すなわち、すりガラス濃度 (ground-glass opacity: GGO, あるいは ground-glass attenuation: GGA) が肺癌結節の最大断面にて 50%以上ある結節と 50%未満の結節で予後を検討すると、50%以上ある結節は予後が期待できるという知見であります。手術前に手術の術式が選択できる可能性が論議され、今その証拠が徐々に集積されつつある現状であります。

すりガラス濃度の評価も医師が視覚的に評価しているのが現状であり、このすりガラス濃度病変も工学側より客観的な評価方法の開発を期待するところでもあります。

肺癌 CT 検診の支援としては、検診 CT 画像上での肺癌候補の結節の存在診断、肺癌候補の結節を発見してからは次のステップとして thin-section CT 画像上での結節の良悪性の質的診断が必要となります。国立がんセンター、徳島大学工学部仁木研究室および東京から肺がんをなくす会は、肺癌 CT 検診の存在診断のためのコンピュータ診断支援システム(computer-aided diagnosis: CAD)を共同で開発中であります。私達の研究中的 CAD は、1993 年 9 月から 2000 年 12 月までに発見された肺野型肺癌 43 例中 35 例(感度:81.4%)を肺癌候補として検出しています。これら 43 例中、検診 CT 画像を見直して半年前に肺癌結節を認める症例は 18 例、さらに 1 年前に肺癌結節を認める症例は 14 例にあります。私達の CAD は、半年前に肺癌結節を認める 18 例中 13 例(感度:72.2%)、1 年前に肺癌結節を認める症例は 14 例中 9 例(感度:64.3%)を検出しています。さらに精度の高い肺癌結節の検出能力が求められており工学側に期待するところでもあります。肺癌 CT 検診も受診者が毎年受けるようになると過去の検診 CT 画像との比較が必要となってきます。比較読影システムの開発も重要となってきます。thin-section CT 画像上での結節の良悪性の質的診断に関しては、国立がんセンター東病院と栃木県立がんセンターで収集された症例 248 例(悪性 179 例(大きさ 7・29mm、平均 17mm)、良性 69 例(大きさ 6・24mm、平均 13mm))を用いて CAD の prototype を構築しました。初期の連続した 141 例(悪性 107 例、良性 34 例)で CAD と胸部放射線科医 3 人の診断を ROC 解析すると Az は CAD0.97、10 年以上の臨床経験をもつ医師は 0.9 および 0.86、10 年未満の医師は 0.72 でありました。実際の肺癌 CT 検診では、10mm 未満の微小結節が多数発見されます。より小さい結節の質的診断が要求されています。CT 装置も技術革新の中で single slice helical CT から multi-slice CT に変わりつつあり isotropic voxel data を用いた更に精度の高い解析が工学側に期待されることでもあります。

文献

1. Yankelevitz DF et al. Small pulmonary nodules: evaluation with repeat CT-preliminary experience. *Radiology* 1999; 212:561-566.
2. Yankelevitz DF et al. Small pulmonary nodules: volumetrically determined growth rates based on CT evaluation. *Radiology* 2000; 217:251-256.
3. Kodama K et al. Prognostic value of ground-glass opacity found in small lung adenocarcinoma on high-resolution CT scanning. *Lung Cancer* 2000; 33:17-25.
4. Aoki T et al. Peripheral lung adenocarcinoma: correlation of thin-section CT findings with histologic prognostic factors and survival. *Radiology* 2001; 220:803-809.
5. Kondo T et al. Radiologic-prognostic correlation in patients with small pulmonary adenocarcinomas. *Lung Cancer* 2002 (in print).

ネットワーク読影支援システムについて

川島 晴美* 藤村 香央里* 野村 慎一郎* 藤野 雄一* 松本 徹**

1 はじめに

肺がんの早期発見を目的に、らせん CT が集団検診に導入されはじめている。胸がん CT 検診では、1人あたり 30 枚前後の画像が撮影され、従来の単純 X 線写真を読影するのと比較して、読影作業量が大幅に増加する。そのため、計算機を使用して読影医の負担を軽減する読影支援システムの開発が期待されている。主な読影支援システムとしては、計算機により肺がん病巣を自動抽出し、候補領域を読影時に提供する CAD (Computer Aided Diagnosis) システムがあげられる。

一方、筆者らは読影時のヒューマンインタフェースに着目し、読影操作を支援する方法[1]、および経年画像との自動位置合わせにより経過観察を支援する方法[2]を提案してきた。また、CT 画像や所見情報をネットワークを介して転送し、遠隔にいながら読影可能なネットワーク読影支援法の研究開発を進めている[3][4]。従来の CAD システムは、読影医の手元になければその恩恵に与ることはできないが、ネットワーク読影支援法では、CAD システムをネットワークに接続し、どこからでも利用できる特徴を持っている。本稿では、開発したネットワーク読影支援システムの構成およびセキュリティ対策について報告する。

2 ネットワーク読影支援システムの構成

ネットワーク読影支援システムは、サーバ・クライアント構成をとり、サーバは、CT 画像、問診情報、所見データ等を蓄積管理する。クライアントは、検診実施機関によって撮影された CT 画像をサーバに登録する読影依頼端末と、病巣を自動抽出する CAD 端末、および読影医が画像診断を行うビューワ端末の 3 種類からなる。

サーバの主な機能は、データを管理する他に読影のフローを制御することにある。従来より、肺がん検診では、1 受診者の画像を 2 人の読影医が独立に読影し、どちらかが要精査と仮判定した画像については、比較読影を含めて決定判定を行う (合同読影) ことが推奨されている。この読影フロー以外にも、まず CAD システムにより病巣の候補領域を抽出し、その結果を医師が参照しながら読影するというフローも存在する。そこで、サーバが複数の読影フローを容易に切り替えて制御できるように、各読影フローに識別番号をつけて管理し、読影依頼端末からも希望する読影フローを指定できるようにした。

サーバとクライアント間の通信は、依頼情報等の送受を独自のプロトコルで実装し、画像は後述するセキュリティを考慮し FTP による転送としている。

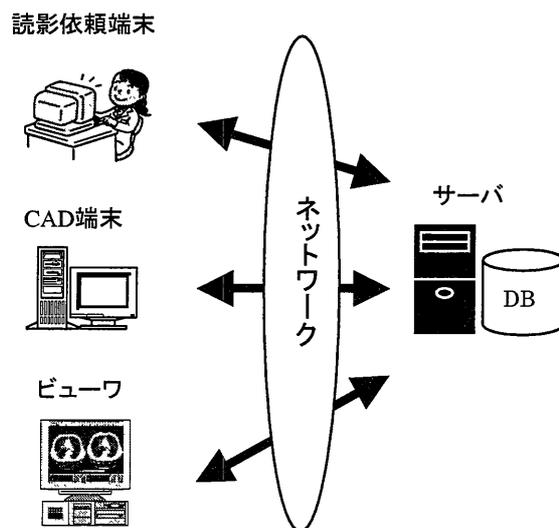


図1 ネットワーク読影支援システム構成

(*) NTT サイバーソリューション研究所

〒239-0847 神奈川県横須賀市光の丘 1-1

(**) 放射線医学総合研究所

〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川 4-9-1

3 ネットワーク利用時のセキュリティ

検診では、大量の個人情報を取扱うため厳重なセキュリティ対策が必要である。まず第1に、ネットワーク上に不必要な個人特定情報を流さない対策を講じた。検診では、比較読影のために同一受診者を検索できる必要があり、性別、年齢、喫煙歴など読影に有用な情報は利用可能にする必要がある。そこで、読影依頼端末において、受診者ごとにシステム内でユニークな受診者 ID を付与し、個人特定情報（氏名、生年月日、住所）はサーバに送信しないこととした。また、DICOM 画像からも個人特定情報を削除し、ユニーク受診者 ID を記録する処理を行っている。

第2に、通信路上でのセキュリティ対策であるが、専用線や通信会社が提供する VPN (Virtual Private Network) 網の使用が望ましい。これらのネットワークでは許可された接続地点間のみの通信が可能であり、第3者が不正にアクセスすることはできない。インターネット接続を用いる場合には、ユーザ側で VPN ルータを用いる、暗号化を行うなどの対策が必要である。ネットワーク読影支援システムでは、インターネット接続時にも安全に利用できるように、DICOM 画像を暗号化する手法を取り入れている[5]。この暗号化手法の特徴は、DICOM 画像のピクセル情報と、付随情報（以下ヘッダ）に分離する点で、ピクセル情報部とヘッダ部に異なる強度の暗号化処理を施すことができる。

第3は、CAD 端末、読影端末に蓄積される情報に対するセキュリティ対策である。安全性を高めるためには、端末に蓄積する情報を少なくするのが望ましい。そこで、サーバから事前配送して端末に蓄積しておく情報と、利用時にリアルタイムに取得する情報とを設定可能とし、ネットワークの安全性や転送速度を考慮して変更できるようにした。事前配送で蓄積しておく情報については暗号化したまま蓄積し、利用時にサーバから鍵を取得し復号化する構成とした（図2）。

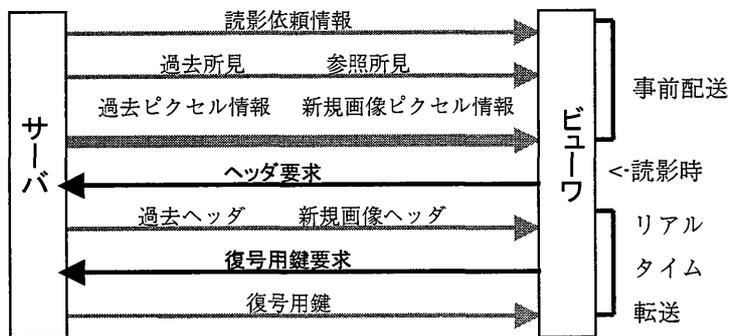


図2 読影用データの転送タイミング例

4 実証実験

本システムの有効性を評価するため、通信・放送機構(TAO)のギガビットネットワークを利用した実証実験を行っている。平成13年12月には、大阪府立成人病センターで撮影されたCT画像を、千葉大学と遠隔地間で二重読影し、その後PC上のテレビ会議を併用した協調読影により最終判定を行う実験を実施した。協調読影は、画像のスライス位置、WW/WL等の表示条件、描画情報等を共有しながら読影できる機能であり、遠隔地間での症例検討が可能であることが確かめられた。

5 今後の予定

現在、豊橋技術科学大学のCADシステムを使用した読影フローの実験を計画中であり、CADシステムをネットワーク利用する際の基本技術検証を行う予定である。

参考文献

[1]大辻清太, 藤野雄一, 大塚作一・他: 肺がんCT検診の読影操作支援. 第17回日本医用画像工学会大会, no. OS-32, 1998
 [2]藤村香央里, 大辻清太, 藤野雄一: 比較読影支援のための胸部CTスライス自動照合(2). 1999年信学会情報・システムソサイエティ大会, no. D-16-7, p. 237, Sept. 1999
 [3]川島晴美, 藤野雄一, 松本徹, 山本真司: 肺がん検診用CT画像ネットワーク読影支援法の一提案. 1999年映像情報メディア学会登記大会, no. 7-12, p. 98, Dec. 1999
 [4]藤野雄一, 松本徹・他: ギガビットネットワークを利用した肺がん検診用ネットワーク読影支援システム. 信学技報, no. IA2001-34, pp. 107-114, 2001
 [5]野村慎一郎, 川島晴美, 藤野雄一: 医用画像転送におけるセキュリティの検討. 信学会2001年総合大会, no. D-16-11, P. 342, 2001

乳癌診断支援のための整備

富士写真フイルム株式会社
宮台技術開発センター 志村一男

乳癌の診断支援システムは世界で最初に実用化された画像診断システムであるが、その最初の製品はマンモグラフィーフィルムを入力データとして用いている。撮影されたマンモグラフィーフィルムはフィルムデジタイザーによってデジタルデータに変換された後、コンピュータ解析が行われる。その後、抽出された乳癌候補をシャーカステンの下部に位置するディスプレイ上に表示することによりマンモグラフィーの画像診断を支援する。

乳癌の診断支援システムの実用化と機を同じくして、デジタルマンモグラフィー装置の実用化に向けた動きが活発である。デジタルマンモグラフィーには蓄積性蛍光体シートを用いるCR方式とアレイ化された固体センサーを用いる方式が存在する。これらのデジタルマンモグラフィー装置では高精度なデジタルデータが直接取得できるため、診断支援システムの入力として最適である。今まさに、デジタルマンモグラフィー画像を用いた診断支援システムの時代が始まろうとしている。

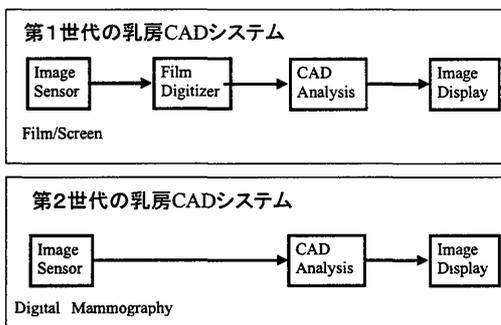


図1 第1世代、第2世代の乳房CADシステム



図2 乳房CADプロトタイプシステム

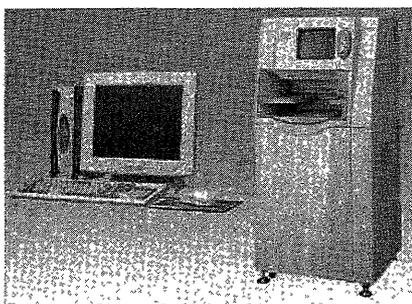


図3 CRマンモグラフィー装置概観

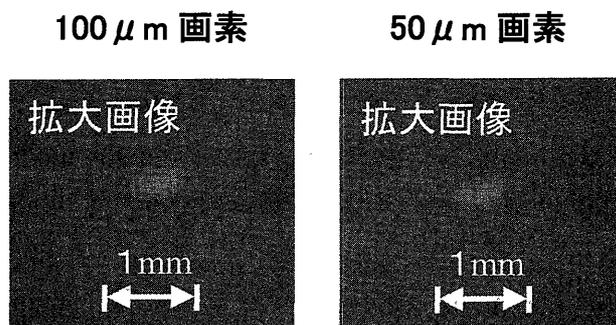


図4 50、100ミクロン画素でのCR画像

デジタルマンモグラフィー画像はレーザーイメージャによりフィルム上に記録され診断に供されるのが一般的である。最近では1画素50ミクロンといった非常に高精細なデジタルマンモグラフィー画像を出力できるドライイメージャが開発されており、微小石灰化陰影をシャープにフィルム上に

記録する事ができる(図5)。また、最近ではディスプレイ技術の進歩も著しく、高精細CRTや高精細液晶ディスプレイが実用化されている。特に液晶ディスプレイはCRTに比べて、よりシャープな画像を表示可能であり、今後が期待される(図6)。

ディスプレイ診断の最大の特徴は対話機能である。例えば、対話機能のひとつである拡大機能を用いることにより、石灰化陰影等の微細情報を明瞭に表示することができる。また、拡大機能だけでなく、より詳細なコンピュータ解析結果を表示したり、関心領域に限定した解析を行うなど、様々な可能性を持っている。今後はフィルム診断を前提とした診断支援システムだけでなく、ディスプレイ診断を前提とした診断支援システムが臨床の場で使われるようになると思われる。



図5 ドライイメージ出力フィルム

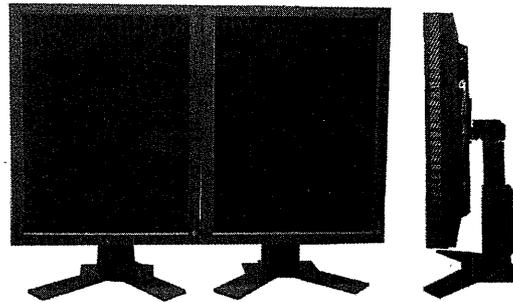


図6 高精細液晶ディスプレイ

ディスプレイ診断を支えるインフラとして重要なのがネットワークシステムである。コンピュータや通信技術の進歩に伴い、ネットワークの普及も一段と進んでいる。最近では画像データのやり取りだけでなく、検査オーダーや読影レポート等、画像診断業務の情報インフラとしての重要度が増してきている(図7)。診断支援システムもネットワークシステムとの連携は重要であり、最近では診断システムの解析結果情報のやり取りに関する DICOM 規格の検討も進んでいる。診断支援システムがネットワークと一体化することにより、診断の精度と効率向上に一層寄与するものと期待される。

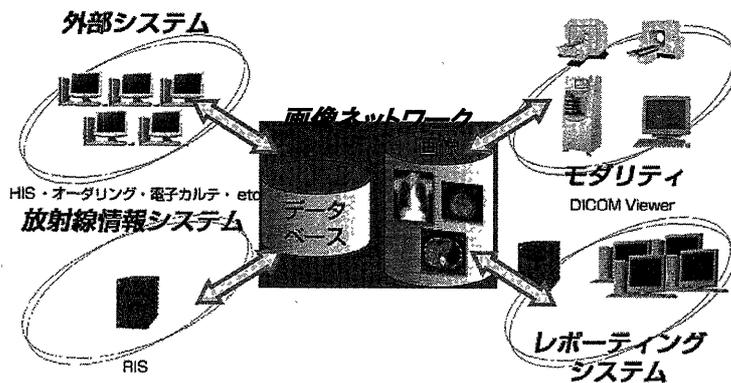


図7 ネットワークシステム

CAD システムの役割

桂川 茂彦*

藤田先生が「CAD 時代の始まり」と題して、コンピュータ支援診断(CAD)の過去、現在、未来の概説をされ、北岡先生は「もうひとつの CAD」と題して、画像情報を加工することで新たな診断材料を創生する Computational Analysis for Diagnosis を提案されました。今回は、私なりに考えた CAD (Computer-Aided Diagnosis) システムの役割と、CAD が更に発展を遂げるためには何が必要であるのかについて私見を述べたいと思います。

私は CAD システムの役割は、“医療行為としての画像診断に寄与する”ことだと思います。医療行為は医師にしか許されていないわけですから、臨床現場での医師の画像診断に役に立つ CAD システムの開発が望まれているのだと思っています。もちろん、CAD システムが、学生や研修医に対する画像診断のトレーニングに役に立つ可能性はあるかもしれませんが、その役割は副次的なものであると考えます。では、具体的に、CAD システムを使って、どのようなことが実現されたら、医師の画像診断に役に立ったといえるのでしょうか？いろいろなことが考えられますが、大きく分けると次のようなことだろうと思います。

- (1) 医師の画像診断の正確さが改善される。
- (2) 医師の画像診断の効率が改善される。

(1) は、画像情報をコンピュータが分析し、その結果を、第2の意見として医師が画像診断に利用することによって、実現されると考えられます。つまり、コンピュータがワープロで使われているスペルチェッカーのような働きをして、医師の画像診断の正確さが改善されると推測されます。幸いなことに、これまでの CAD 研究者らの多くの ROC 読影実験から、コンピュータの分析結果を参考にした読影のほうが、画像だけの読影よりも、画像診断の正確さが改善されることが示

されています。

コンピュータのどのような分析結果を医師に示すかは、重要な問題です。これまでの CAD システムでは、画像情報の分析結果から、病巣候補陰影の位置をコンピュータが指し示したり、血管の狭窄率などのように、陰影の計測結果を示すことが主流でした。しかし、北岡先生の云われるように、画像情報を加工すること、つまり、シミュレーションやモデル化によって、新しい診断材料を提供するのも1つの方法かも知れません。さらに、確定診断のついた多数の症例を含んだ大規模なデータベースの中から、対象としている画像が含む病巣陰影に、最も似ている症例を呈示するのも有効な方法かも知れません。この類似画像の呈示は、すでに、頭部 MRI の領域では、アメリカの企業である MD オンラインが、ネットワークを利用して世界中でビジネスを展開しています。

現状でのコンピュータの病巣検出に関する性能は、一般に、医師と同等かそれ以下であることが多く、それにもかかわらず、お互いの特徴を生かしたり、欠点を相補うことで、医師がコンピュータの分析結果を参考にすれば、診断の正確さが改善されると考えられてきました。しかし、ニューラルネットワークを使って、間質性肺疾患の鑑別診断²⁾や、結節状陰影の良悪性の鑑別³⁾を行う場合、コンピュータの性能が医師の平均よりも高く、コンピュータの分析結果を利用しても、診断の正確さは改善されるのですが、それでもコンピュータだけの性能にまでは達しない場合もあることが分かって来ました。このことは、鑑別診断では、医師がコンピュータの出力を十分に活用できていないものと考えられます。つまり、病巣の検出では、コンピュータに指摘されれば、医師は比較的容易に自分の検出ミスを認めやすいのですが、病巣の鑑別診断では、コンピュータの分析結果を認めるのは困難なのかも知れません。あるいは、鑑別診断ではもっと説得力のある分析結果をコンピュータは示す必要があるのかも知れません。これからの、興味ある研究のテーマだと思っています。

*：日本文理大学 総合研究センター 〒870-0397 大分市大字 1727

(2)の画像診断の効率の改善は、具体的には医師の画像診断に要する時間の短縮が考えられます。従来の読影に加えて、コンピュータの分析結果を参考にするのに、なぜ、時間が短縮できるのかは、次のように考えられます。明らかな病巣に対しては、コンピュータのサポートも必要としないで、医師は瞬時に判断できるのでしょうか、サイズが小さい、コントラストが低い、正常構造と重なっているなどの理由で読影が困難な症例に関しては、コンピュータのサポートを受けることによって、より早く、正解にたどり着けると考えられています。また、正常な症例に関しては、コンピュータの分析結果を参考にすることで、確信度が深まり、より早く正常と判断されるようです。このような、事実は胸部単純写真におけるテンポラルサブトラクション画像を利用して、胸部写真の経時変化を検出する場合のROC読影実験からも確かめられています⁴⁾。

画像診断の効率化に関しては、CTの場合はより深刻な問題を含んでいるようです。たとえば、肺癌集団検診にマルチスライスCTを利用した場合、スライス数が飛躍的に増大して、読影する医師の労力は極端に増大します。そこで、CADシステムを利用して画像診断の効率化を図り、医師の負担を軽減することが強く期待されています。この場合の効率化の方法には、これまでは2人の医師によるダブルリーディングを行っていたのを、片方の医師をコンピュータに置き換える方式と、コンピュータが検出した異常症例だけを医師がチェックする方式が考えられています。効率化の観点からは後者の方式が理想的ですが、医療行為をコンピュータが行うことの法律的な問題と、何よりも、現状のコンピュータ支援診断システムの性能が、そのレベルまで達していないために、将来はさておき、ここしばらくは実現される見込みはないと思われます。しかし、前者の方式では、読影医師の人数が2人から1人に削減されるものの、読影を担当する医師にとっては、全症例、全スライスを読影する必要があるために、負担は余り軽くなりません。マルチスライスCTに代表される3次元画像データを、集団検診に応用する場合、スライス単位で表示する方法は、医師の負担を考えると限界に来ていると考えられますので、シネモードや3次元表示など他の表示方法を真剣に検討する必要があると思われます。

前々号で藤田先生も云われているように、これからCADは本格的な実用化の時代に入るものと思われます。しかし、CADがさらなる発展を遂げるためには、CADの研究グループがもっと増えて、さらに、多くのメーカーが実用化の競争に

参入することが不可欠であろうと思います。このときに必要になるのが、多数の症例を含んだ大規模なデータベースです。研究の初期段階では、少数の典型的な症例を対象にしても良いのですが、開発したアルゴリズムの評価を行うときには、どうしても多数の症例を対象にしないと、信頼性の高い評価ができません。さらに、100症例以下の少数の症例を相手にしていると、どうしてもデータベースの性質に依存したアルゴリズムになりがちです。そこで、約1000例規模の症例を含む、パブリックな画像データベースの構築が期待されます。このくらいの症例数になると、一般性のあるrobustなアルゴリズムが開発できそうです。しかし、1000例の症例を集めることは、1つの施設では不可能です。日本全国の大学病院や中核病院の協力が必要になります。是非、コンピュータ支援画像診断学会が中心となって、他の学会と協力して大規模データベースの構築を計画されることを切に願っています。

参考文献

- 1 Doi K, MacMahon H, Katsuragawa S, et al.: Computer-aided diagnosis in radiology: potential and pitfalls. *Eur J Radiol*, 31: 97-109, 1999.
- 2 Ashizawa K, MacMahon H, Ishida T, et al.: Effect of artificial neural network on radiologists' performance in the differential diagnosis of interstitial lung disease using chest radiographs. *AJR*, 172: 1311-1315, 1999.
- 3 Nakamura K, Yoshida H, Engelmann R, et al.: Computerized analysis of the likelihood of malignancy in solitary pulmonary nodules with use of artificial neural networks. *Radiology*, 214:823-830, 2000.
- 4 Difazio MC, MacMahon H, Xu XW, et al.: Digital chest radiography: effect of temporal subtraction images on detection accuracy. *Radiology*, 202:447-452, 1997.

最新の超音波技術

濱滝 壽伸

近年、超音波診断装置は、超音波送受信のフルデジタル化に伴ない、各種アプリケーションの開発・応用が急速な進歩を遂げています。最新の技術としては、主に以下があげられます。乳腺の超音波診断にも応用されはじめていますので、今後の方向と合せ紹介します。

- 1) THI (tissue harmonic Imaging) 技術
- 2) CHI (contrast harmonic Imaging) 技術
- 3) 超音波 3次元表示技術

THIは、超音波送信周波数の倍の周波数(ハーモニック成分)を受信し映像化するもので、アーチファクトが少なく、コントラスト分解能の良い画像を得るための映像化法です。

CHIは、近年の超音波造影剤の国内での発売で注目されている映像化法です。

一方、超音波 3次元表示技術は、超音波の画像情報を 2次元状にマッピングすることにより、新たな診断情報を得ようとする試みの技術です。

《THIとCHIの違い》

基本的な違いは可視化する対象、反射体の違いにあります。一方、技術的には、どちらの方法も超音波のハーモニック信号(主に2倍高調波)を可視化しており、装置としては同じ処理を行っています。

《THIの効果》

THIの特徴を以下にあげます。

音圧の高いところにしかハーモニック成分が発生しない。

- 1) 高分解能
 - ・見かけ上の超音波受信ビームが細くなる。
- 2) 低アーティファクト
 - ・腹壁等の不均一媒質の影響低減。
 - ・肺、骨のような強反射体からのアーティファクトの低減。

一方、THIは、非線型成分の少ない近距離では効果が少なく、音響陰影の影響を受けやすい。また、より高調波を受信しており、ペネトレーション(透過度)不足になることもある、という欠点もある。

《CHIの効果》

レボピスト^(R)の発売により、急激にCHIが注目し始められました。

超音波造影剤を利用した技術に、FEI (flash echo imaging) 法、フラッシュカラー法があります。これらは、造影剤のバブルが超音波の照射により崩壊するという性質を利用したもので、間歇送信法・マルチショット・サブトラクションの一連の走査機能を指します(図1参照)。しかし、間歇送信では、超音波の特徴であるリアルタイム性が損なわれるので、これを補うためにリアルタイムで低音圧駆動をするモニタスキャンが開発されました。

次にこれらの走査を紹介します。

①間歇送信法(フレキシブルインターバル)

間歇送信を行うトリガー信号としてECG信号を利用できます。組織かん流を検出するためには、1心拍間隔の間歇では組織に造影剤が十分に満たされない場合がありますので、FEIでは、間歇間隔を2心拍毎・3心拍毎・・・と自由に設定できるようにしています。また、トリガーは内部時計でも自由に設定できます。

②マルチショット

FEIでは、インターバル後に1フレームだけではなく、複数フレーム分の送信を行い、その画像を得ることができます。結果として、第1フレームで高輝度な染影像が得られ、第2フレーム以降で染影が消失した画像が得られます。この機能により、染影領域の客観的な評価が可能となります。

③モニタースキャン

超音波診断装置の重要な特徴として、リアルタイム性があります。間歇送信ではその特徴が損なわれ、観察部位やスキャン面を一定に保持することができなくなります。そこで、図1示すとおり、高音圧の間歇送信の間で走査を停止するのではなく、低音圧で走査を継続しリアルタイム像を実現するモニタースキャンの方法が考案されました。気泡の消失を抑えながらリアルタイムに形態を観察し、間歇的な高音圧送信で良好な造影像を得ることができます。

④デジタルサブトラクション

マルチショットで得られた第1フレームの高輝度な造影像と第2フレーム以降の造影消失像を差分し、造影の存在の有無を観察することができます。この機能により、組織ハーモニック成分のエコーを差分によりキャンセルし、フラッシュ効果で得たバブル造影のみを表示することが可能になります。

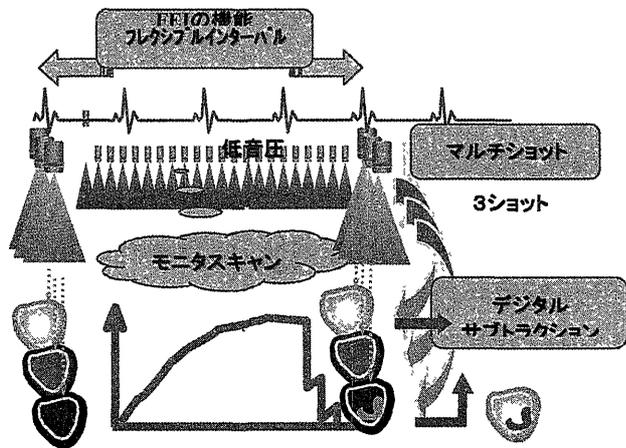


図1 FEIの各種走査法

《超音波3次元表示技術》

超音波装置での3D画像が実用化してきました。この有用性については、下記のことがあげられます。

- 1) 対象部位の立体的な把握による正確な診断視認性、説得性が向上する。
- 2) 腫瘍とその腫瘍血管の位置関係による診断複雑な病変や微細な血流を連続性のある立体像として詳細に観察することができる。

近年のコンピュータ演算処理の高速化、3Dソフトの開発により、より判りやすいFUSION—3D法が開発されました。この特徴は、任意断面のBモードとカラー像(血管像)の位置関係が図2のように詳細に観察することが可能となることです。

また、超音波造影剤との組み合わせにより、より細い血管の像との関係が把握しやすくなります。

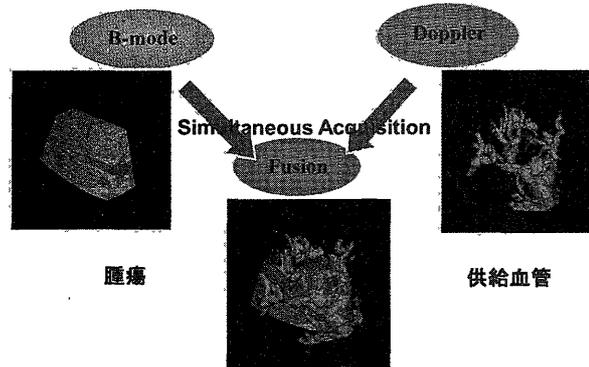


図2 Fusion 3D

【データご提供】放射線医学研究所 大藤正雄先生

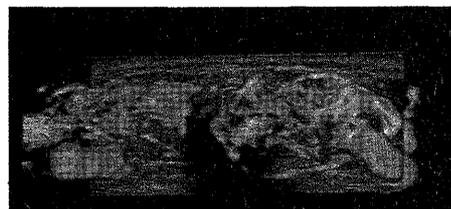


図3 バセドウ病の Fusion-3D

【データご提供】公立昭和病院 貴田岡正史先生

超音波技術において、THIのような新映像化技術は、ますます発展し、現状超音波では難しいとされていた部位、位置をより観察・診断しやすいようになっていくでしょう。また、超音波造影剤の発達は、観察の容易性を増し、ターゲッティング、ドラッグデリバリーとの組み合わせ治療分野にまで発展する可能性を秘めています。3Dの分野でも現状の再構成時間の短縮がなされ、実際の診療の場で簡単に使われるようになってきました。将来、よりリアルタイムに近い状態で超音波の断面を捉えることができるようになるでしょう。

今回は乳腺領域のみならず、一般的な最新技術を紹介させていただきました。今後も、より診断しやすく、より定量的な診断に向け開発を進めています。

超音波で知りたいこと

谷口信行

私は医学部を卒業し、ここ10年以上超音波の診療・研究に携わっている。もともと卒業後に研修した領域は内科特に消化器であったが、この領域にかかわるようになった現在では心臓、乳腺、甲状腺の各超音波検査もフィールドに入っており、場合によっては末梢血管、泌尿器科の検査依頼にも浅く広く対応させていただいている。その中で行う研究として興味をもっているのは、組織性状診断と呼ばれる組織中での超音波の速度、減衰、非線形性などの物理量を計測して、その構造、組成を定量的に評価するものであり、これまで肝臓、乳腺などの超音波の減衰係数や輝度（散乱強度）を計測するいくつかの手法の提案または実際の疾患での計測を行った。

一方、多くの医療機関で行われている超音波検査は、このような信号処理を行う研究とは異なり、単純明快に直接超音波画像で表示される被検者の体の断面像を見ながら、解剖学的、生理学的、さらに病理学的な知識を基に診断を行っている。もちろん私もその例外ではない。「技術交流の輪」のテーマから少し外れるが、例として腹部領域のうち最も検査依頼の多い肝臓、特に肝硬変症と脂肪肝という2つの代表的な疾患およびその検査のよりどころについて説明してみたい。肝硬変症は、数ミリから数センチまでの大きさの結節が肝臓全体に多数でき、肝臓表面がゴツゴツになるとともに肝臓全体が硬くなる疾患である。超音波検査では、肝の内部エコーが多数の結節により不均一になる所見が重要とされている。その診断は、30年以上前は血液検査と“おなか”を触る触診で行っていたが、20年くらい前からは、それまでの知識に加え画像診断と呼ばれる超音波やx線CTにより肝臓の形態を判断できるようになってきており、最近ではMRIが使用されることもある。しかし、肝硬変にとって画像診断が期待されているのはこの目的だけではない。最も重要なのは、肝硬変症では肝細胞癌（肝臓癌）の発生が多いことである。そこで、多くの医療機関で行われる超音波検査は、慢性肝炎の患者は肝硬変に進行していないかどうか（通常；感染→慢性肝炎→肝硬変の順に進行する）、肝硬変症の患者は肝臓癌が発生していないかの検査が行われている。特に、超音波検査は装置自体が手軽であるだけでなく、肝臓の形の変化または内部の腫瘍を表示するのに優れ、よく利用されている。しかし現状では、肝臓癌が比較的見つけやすいのに比べ、肝硬変に伴う個々の結節は良好に表示しにくく、多くの症例では個々の結節自体ではなくそれにより内部エコーが不均一となる所見で診断するとどまっている。一方脂肪肝は、肝臓内に直径10-100 μ m程度の小脂肪滴が無数に沈着し、

肝臓が大きくなる病気である。原因の多くは肥満、飲みすぎであり、最近では学生にもしばしば見つかる疾患（というより状態？）である。その診断は、血液検査だけでは困難なことが多く、画像診断の中で精度でも手軽さでも超音波検査が最も優れている。読者にも人間ドック・検診などで指摘された方があるかもしれない。超音波像では、肝臓の輝度すなわち散乱強度の増加と、肝内の脂肪または脂肪滴の混在で増強する減衰量の増加により診断する。

これらの診断にとって、最も重要な性能は分解能である。両疾患が大変面白いのは両者に役に立つ分解能の種類がそれぞれ異なっていることである。肝硬変症では、その結節を見つけるためにできるだけ肝内の構造を微細に表示すること（空間分解能の改善）で、診断率を上げる努力をしている。それに比べ、後者の脂肪肝は空間分解能ではなく、コントラスト分解能すなわち肝臓の散乱強度すなわち輝度の増強が診断に役立っている。超音波像によるイメージすなわち肝内のテクスチャは、スペckルパターンとよばれる超音波の干渉波による画像が支配的で、表示されるパターン自体は内部構造を表さないと考えられている。脂肪肝では散乱・干渉の程度がより大きくなり、脂肪沈着が進むにつれて、その内部構造はほとんど表示されない。すなわち、この疾患の診断には肝内の微細な構造をとらえることは要求されない。実は、小生の研究テーマである組織性状診断では肝硬変症に比べ脂肪肝でのデータの方が良好な結果がえられやすい。これは解析に用いる超音波信号の強度、周波数などのパラメータの空間分解能がよくないためと思われる。空間分解能の向上とコントラスト分解能の向上ではどちらが診断に有用かは一概には言えないが、今のところ超音波装置では空間分解能の追求が先行しているようである。

パソコンを使って画像を解析すると、人間の目では判断できないような256階調の微妙なコントラスト差を定量的に評価することができ、これまでも肝臓の輝度を計測して脂肪肝の診断または脂肪量の推定ができるとの報告がある。一方肝硬変症については、音速、減衰などを用いた定量計測値は報告者によるばらつきがあるだけでなく、超音波画像を使った肝臓内部の腫瘍の抽出および不均一性の判断などのテクスチャ解析についても、そのパターンの複雑さや多様性からか、これまでの検討では満足できる結果は得られていない。脂肪肝それ自体は患者の予後にあまり関係ないのに比べ、肝硬変症が予後に強い影響を及ぼすことを考えると、早期の正確な診断が求められる。これまで、その内部エコーの不均一性についての判断は、ヒトの「肉眼」によるものがテクスチャ解析よりずっと良好であると考えられている。すなわち、今後ヒトが判定する手順に基づいて解析するような視点で定量的に評価する新たな手法を用いれば、よりよい結果が得られるのではないかと思われる。超音波の研究に携わる一人として、これまで以上の画像テクスチャ解析手法が開発され、この学会の究極の目的である診断の自動化につながっていくことを期待している。

学術講演会情報

コンピュータ支援画像診断学会

第12回学術講演会開催案内および論文募集

CADM 第12回学術講演会を下記の要項で開催いたしますので、論文の投稿ならびにご参加をお待ち申し上げます。

記

主催 コンピュータ支援画像診断学会

共催 日本コンピュータ外科学会

期日 平成14年11月30日(土), 12月1日(日)

会場 大阪大学コンベンションセンター

吹田市山田丘1-1 (阪大吹田キャンパス内)

<http://www.osaka-u.ac.jp/annai/campus/access.html>

大会長 田村進一 (大阪大学大学院医学系研究科 多元的画像解析分野)

演題申込締切 平成14年8月16日(金)

論文題目, 著者, 所属, 連絡先, 数行の論文概要, を大会長あてメールでお知らせください。メールの件名(表題)は「CADM(講演者名)」としてください。メールには2日以内に返事を出しますので, 返事が来ない場合にはお知らせください。

原稿締切 平成14年9月13日(金)

原稿の書き方

原稿はA4サイズ用紙を使用し, 和文または英文で記載して下さい。枚数は2枚です。特別の原稿用紙を用意しませんので, 以下のことをお守り下さい。(昨年の論文集をお持ちの方はそれを参考にして下さい。)送付された原稿をそのまま論文集としますので, 黒を使用し, ワードプロセッサにより作成して下さい。最初のページはタイトル, 著者(講演者には○印), 所属, およびこれらの英文, の順に記載し, 200語以内の英文抄録を記載して下さい。英文抄録の後に英文KEYWORDを付け, 1行空けて本文を続けて下さい。本文は原則として2段組みでお願いします。周辺マージンは上2.5cm, 下4.2cm, 左右2.5cmとし, 演題番号用に左上の縦1cm, 横2cmの矩形領域には文字を書かないでください。文字の大きさはタイトル14ポイント(20Q), 本文は10ポイント(14Q)程度, 一行21字詰めが適当です。投稿は紙原稿送付, またはPDFファイルをメール添付して下さい。メールで送付される場合には文字化け, 操作等の問題からPDFファイルに限らせていただきます。

投稿方法

上記原稿 (A4 版 2 ページ) およびその原寸大コピー 2 部をまとめて下記 (ラボ企画) まで郵送してください。または PDF ファイルをラボ企画までメール添付でお送りください。

参加費 (論文集を含む) 会員 6,000 円 非会員 8,000 円 学生 3,000 円
合同懇親会 平成 14 年 11 月 30 日 (土) 一般 4,000 円 学生 2,000 円

<演題申し込み, および問い合わせ先; 大会長>

〒565-0871 吹田市山田丘 2-2, D11
大阪大学大学院医学系研究科 多元的画像解析分野 田村進一
Tel: 06-6879-3560, Fax 06-6879-3569
E-mail: tamuras@image.med.osaka-u.ac.jp

<原稿送付先>

〒222-0011 横浜市港北区菊名 3-3-12
ラボ企画 村上昭夫
Tel:045-401-4555, Fax:045-401-4557
E-mail: info@kms-net.com

なお, 例年通り第 11 回日本コンピュータ外科学会との合同開催となります。
大会案内は <http://www.image.med.osaka-u.ac.jp/CADM/> にも掲載します。
また, 本年度はマルチスライス CT 像の肝臓領域抽出コンテストを開催予定ですが,
詳しくは <http://www.tuat.ac.jp/~simizlab/CADM/index0.html>
をご参照下さい。

SPIE Medical Imaging 2002 参加報告

森 健策^{a,b}

▽▽はじめに

今年もカリフォルニア州サンディエゴにて SPIE Medical Imaging 2002 が2月23日から28日まで開かれました。本号に掲載の記事のように私は同じカリフォルニア州に長期滞在しております。スタンフォード大学の研究室の皆さんと一緒に参加したせいか、いつもとは一味違った SPIE Medical Imaging を体験することも出来ました。発表演題数がポスター発表。口頭発表含めて総数624件、3パラレルセッションです。ですので聴講することは不可能ですが、私が興味を持った演題などについて取り上げて行きたいと思えます。

▽▽ SPIE Medical Imaging とは

SPIE Medical Imaging は CARS, MICCAI などの医用画像系の国際会議と比較し少々日本人の参加者数が少ないようです。これは開催時期が通常2月の終わりであり、学年末である日本の大学の教官・学生にとっては少々参加しづらい日程であるのが原因であるかもしれません。また SPIE はその正式名称が The International Society for Optical Engineering であり工学系（光学でもあります）の学会ですので、医学系の先生方には知名度が低いかもしれません。ベースとなっている学会は光学系であり、イメージング装置に関する発表が学会の中心的な話題となっています。しかしながら、イメージング装置（検出器、CT、MR、超音波）を中心として、セグメンテーションなどといった画像処理、ビジュアライゼーション、画像を用いた手術支援などといった Medical Imaging に関する話題が包括的に取り扱われています。日本からの医学系の先生方の参加は比較的少ないと思いますが、本拠地である米国の医学部・病院からはかなりの数の方が参加しています。

さて、学会はそれぞれのトピック毎の会議として分かれており、Chair、プログラム委員、Proceedings が設定されていて、それぞれのトラック毎に運家が任されています。今年は

- A. Visualization, Image-Guided Procedures, and Display
- B. Physics of Medical Imaging
- C. Physiology and Function from Multidimensional Images
- D. Image Processing
- E. PACS and Integrated Medical Information Systems: Design and Evaluation
- F. Image Perception, Observer Performance, and Technology Assessment
- G. Ultrasonic Imaging and Signal Processing

の8つの会議が開かれていました。最初にあげた A の会議ですが、一昨年までは Image-Guided Procedures が会議名には入っていませんでした。昨今の手術ナビゲーションシステムの普及に伴い、この研究分野が会議名に入ってきたようです。会議当日に配布されるのは 200 words 程度のアブストラクト集のみであり、



会場前にて

^a 米国内連絡先: Image Guidance Laboratories, Department of Neurosurgery, Stanford University, 300 Pasteur Drive, CA 94305, U.S.A. E-mail: kensaku@stanford.edu

^b 日本国内連絡先: 名古屋大学難処理人工物研究センター 〒464-8603 名古屋市千種区不老町 E-mail: mori@cse.nagoya-u.ac.jp

Proceedings は会議終了後に発行されます。大量の Proceedings が5月から8月にかけて各会議毎にまとめて発送されます。

▽▽ Virtual Endoscopy 特別セッション

今回の SPIE 参加における一番の目的は Virtual Endoscopy 特別セッションにおける発表です。Virtual Endoscopy 特別セッションは Physiology and Function from Multidimensional Image において、The Pennsylvania State University の Prof. William E. Higgins と NIH の Dr. Ron Summers によって主催されています。本年は VE 特別セッションにおいて、10 件の口頭発表が行われました。そのうち 5 件は Virtual Colonoscopy に関する発表です。残り 5 件は Virtual Bronchoscopy ならびに血管系の話題です。大腸がんのスクリーニングの置き換えを狙っている Virtual Colonoscopy は米国における Medical Imaging の分野でのホットな話題の一つです。Virtual Colonoscopy 用に線量を落として (20mAs) 撮影された CT 画像に Nonlinear Gaussian Filter を適用してノイズを除去する方法、Virtual Colonoscopy を用いた大腸内部観察時にどれだけの領域を観察したかを求める方法、腹部 CT 像から大腸ポリープを検出する手法が 3 件発表されていました。2 番目の大腸内部観察時にどれだけの領域を観察したかを求める方法については SUNY at Sotnybrook の Prof Arie Kaufman のグループからの発表でしたが、手法自体は昨年度 SPIE Medical Imaging において我々が発表したものがベースのようで、既に彼らの製品 (Viatronix 社) の中に組み込まれているようです。これに関しては改めて本紙上でご報告したいと思います。ポリープ検出は、Univeristy of Buffalo の Dr. Kenneth Hoffman のグループ、University of Chicago の吉田先生のグループ、NIH の Dr. Ron Summers のグループの 3 研究グループからの報告でした。曲率情報を用いたポリープ検出・表示、ポリープ検出のための大腸壁検出方法、ニューラルネットワークを用いたポリープ候補領域抽出後の分類法、がそれぞれ取り扱われていました。

▽▽ Navigation and Tracking

手術ナビゲーションシステムにおいて、光学式あるいは磁気式位置センサは非常に重要な役割を持ちます。今回の Medical Imaging では、手術ナビゲーションシステムで用いられる様々なセンサの比較が行われていました。特に昨年 Northern Digital から Aurora と呼ばれる磁気式ミニチュアセンサがリリースされたこともあり、このセンサの磁界発生コイルに手術器具

を近づけたときのセンサ出力に関する評価が行なわれていました。

▽▽ Virtual Reality

医学分野、特に手術室における、Virtual Reality の利用も実用化に向けてかなりの勢いで進んでいます。特に Augmented Reality (複合現実感) が、手術ナビゲーションシステムにおける Virtual Reality 利用の有力候補です。その中でも右左目用の可視光カメラ、トラッキング用の赤外線カメラが取り付けられた HMD を利用した Augmented Reality 法の紹介が行なわれていました。また、グラフィックスハードウェアに備えられている 3 次元テクスチャマッピングを利用した Deformable 2-D 3-D Registration に基づく Augmented Reality システムの発表も行なわれていました。イギリス Imperial College の Dr. Daniel Ruckert と私と同じ研究室の Dr. Calvin Maurer により、Augmented Reality のためのカメラキャリブレーション手法として、カメラ内部パラメータを反復計算で変更しながら最適値を求める手法も注目すべき発表でした。

▽▽ Registration

2 つの画像間の位置あわせ (レジストレーション) は Medical Imaging の中における一つの大きな研究トピックです。特に画像間において変形が加わる場合に、その変形をどのように取り扱うが重要なポイントとなります。一つの解決法として各研究グループが有限要素法の利用に着目しており、3 研究グループから有限要素法を用いたレジストレーションに関する研究発表が行なわれていました。

▽▽胸部 CAD

今年の CAD セッションは会期の最後に行なわれていました。本年も徳島大学の仁木先生グループ、豊橋技術科学大学の山本先生グループが胸部 CAD に関する研究発表を行っておられました。ところで、胸部 CT 像からの異常陰影候補領域自動抽出は日本以外のかなりの研究グループにおいて行われるようになってきています。Multi detector CT の普及に伴い、取り扱われる CT 像も高解像度のものへと移行しています。Lung Nodule 検出に関する口頭発表だけでも 5 件行われていました。Dynamic Programming と EM 法に基づいた方法、知識ベースに基づく検出法、特徴解析による Lung Nodule の分類、モデルを用いた分類、などが Lung Nodule 検出関係の方法として発表されていました。

▽▽ Poster Award

Medical Imaging ではプログラム委員が審査委員となって、各会議毎にポスター賞が決定されます。審査自体はポスターセッションが行われる前に、プログラム委員が割り当てられてポスターを順次採点して、その点数の合計で行われるようです。日本人での受賞者は私の知る限りでは、名大医学部の石垣武男先生、シカゴ大学吉田広行先生、私と鳥脇研究室同期である通信総合研究所藤井哲也君の3人です。おめでとうございます。

▽▽おわりに

以上、SPIE Medical Imaging 2002 について駆け足で見してきました。発表申し込みはアブストラクトでの投稿、Proceedings 原稿の締め切りは学会開催直前、執筆ページ数 12 ページということもあり、本当に最新の研究発表が行われます。また、規模の大きな国際会議ですが、非常によく考えられて運営されています。Medical Imaging 2003 に是非ご参加ください。なお、私が今回記述した手術ナビゲーションシステムに関しては、2002 年 9 月 25 日 - 28 日に東京大学にて開かれます MICCAI (Medical Image Computing and Computer Aided Intervention) でも白熱した議論が行われます。こちらの方にも是非ご参加ください (<http://www.miccai.t.u-tokyo.ac.jp>)。

▽▽番外編 - SPIE Medical Imaging サバイバル法

SPIE Medical Imaging は、ここ数年の間、サンディエゴの Town & Country Hotel で開かれています。前述のように、この学会は Medical Imaging に関しての最新の情報を得ることのできる絶好の機会です。日本からも多くの方に参加してもらうために、SPIE Medical Imaging におけるサバイバル法をいくつかご紹介します。

a. 空港からホテルまで

学会会場であるタウン & カントリーホテルは空港から、また、ダウンタウンから離れた場所にあるために、タクシーを使って空港 - ホテル間の移動をされている

と思います。空港からバス (番号 992) に乗り Santa Fe 駅 (Amtrak も止まります) でトロリーに乗り換え、Fashion Valley 駅で降りればホテルの裏側に到着でき、一番安価です (\$2.25)。

b. 朝食

Medical Imaging の 1 日はとても長いです。そのためにも朝食をしっかりとることはとても重要です。朝 7 時から 8 時までの間、会議場前のホールで朝食がサーブされます。会期前半は非常に競争率が高いのでご注意ください。

c. Chair の部屋にての Welcome party

会議が始まる前日の晩、幸運にも会議 Chair のホテル客室において非常にこぢんまりとした Welcome party が開かれます。もしかしたら、これは一般には開放されていないのかもしれませんが。

d. ランチチケット

Medical Imaging でフル参加登録をするとランチまでがサービスされます。学生登録ではランチがついてきません。今年からあまっているチケットを学生に配分するシステムが導入されていました。受付の横にある金魚鉢に余ったチケットを参加者が入れ、それが受付を訪れた学生に配分されるようになっています。



朝食時の会議室前ホール

画像診断支援技術の展開

インテリジェント機能ソフトウェアによる画像診断業務のサポート！

早乙女 滋*

1. はじめに

富士写真フイルム（株）では、FCR の歴史とともに取り組んできた医療用画像処理技術を生かして、画像診断に応用・支援してく事を広い意味でのコンピュータ支援画像診断（CAD）ととらえ、様々な応用を検討しています。

今回は、「釈迦に説法」を十分承知の上で、当社の画像診断支援技術について紹介致します。

2. 3つの診断支援技術

画像診断支援技術を、3種類に分類しました。すなわち、病変候補検出等により見落としの減少や読影時間の短縮をはかる「第2の意見」、エネルギー差や時間差を新たな画像情報として可視化し提供する「第2の画像」、計測等を支援する「インテリジェントツール」です。それぞれ役割は違いますが、インテリジェント機能ソフトウェアが画像診断業務をサポートするCADであり、乳房診断・胸部診断・整形領域等への応用を研究しています。（図1）

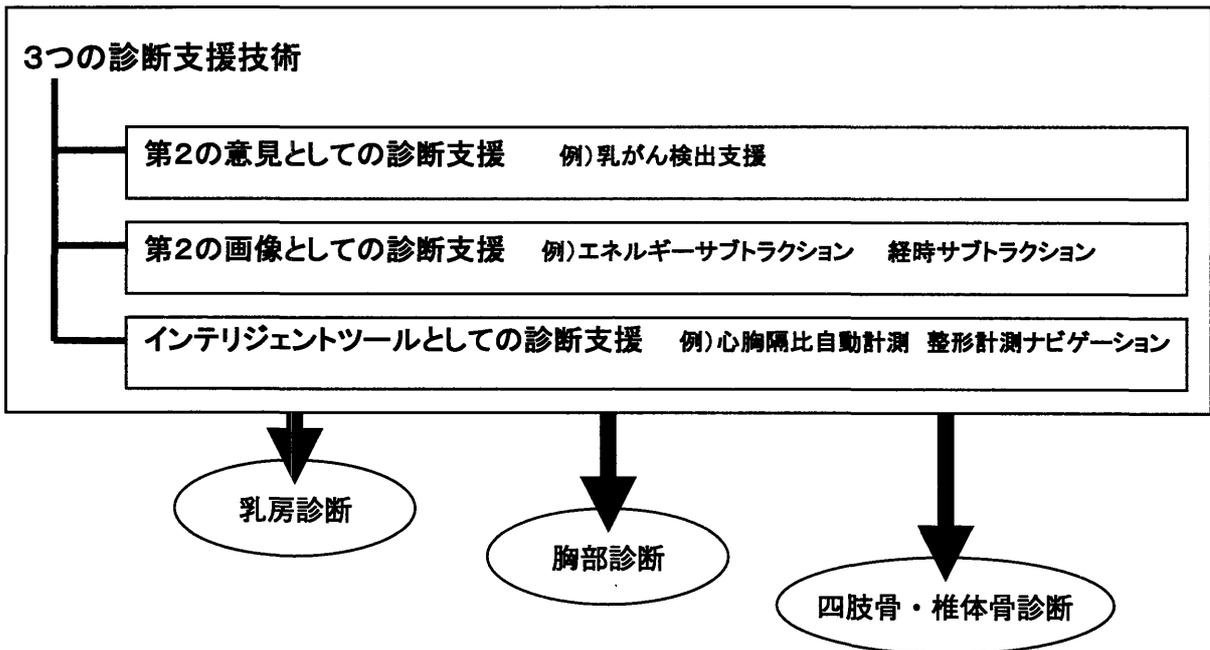


図1. 3つの診断支援技術

*富士写真フイルム（株） 宮台技術開発センター（東京） 〒106-8620 東京都港区西麻布2丁目26番30号

3. 応用技術の紹介

●マンモグラフィー用読影支援機能

①乳がん陰影検出支援処理機能

乳がん陰影解析ソフトウェアにより腫瘍陰影候補と石灰化クラスタ候補を検出し、マンモグラフィー画像上にマーキングすると共に、候補陰影

ROI の画像を拡大強調処理し表示します。乳がんが疑われる陰影の検出、特に石灰化クラスタ候補の見落とし防止に効果を発揮します。(図2)

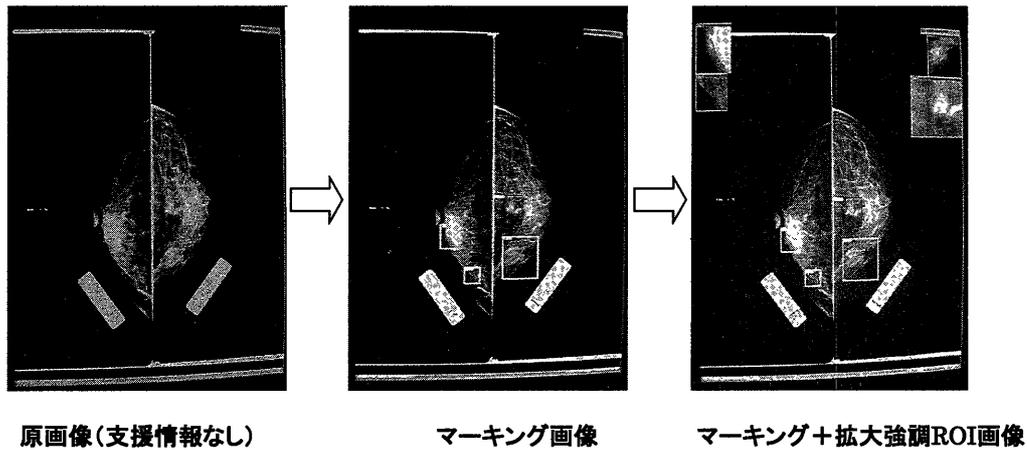


図2. 乳がん陰影検出支援処理機能

●胸部画像用読影支援機能

①エネルギーサブトラクション画像表示機能

エネルギーサブトラクション撮影によって得られた軟部組織画像や骨部画像を読影に利用することにより、肋骨等の重なった腫瘍陰影を見つ

けやすくすると共に、異常陰影にカルシウム成分が含まれているかどうかといった陰影の鑑別がしやすくなります。(図3)

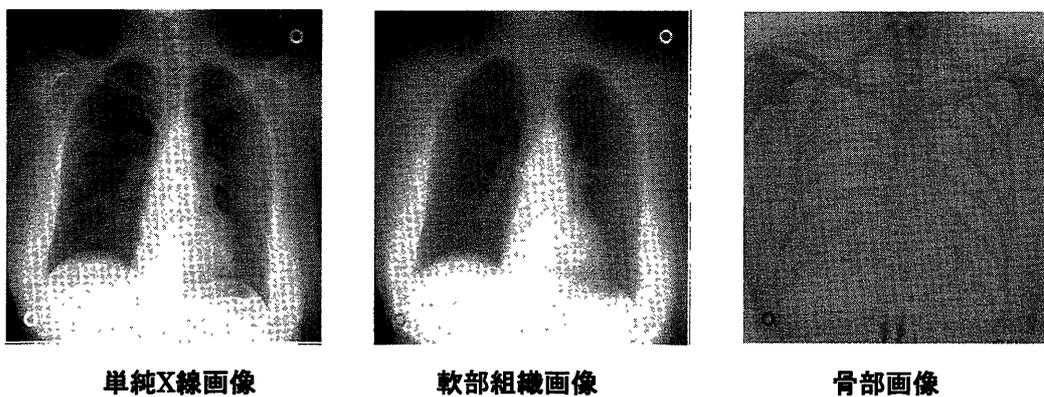


図3. エネルギーサブトラクション画像表示機能

②経時サブトラクション処理機能

過去に撮影された画像との差分画像を作成することにより、経時的な変化が描出され、肺がん等の異常陰影が早期に発見しやすくなります。

また、日々刻々変化する、肺炎等のびまん性病変の経時的変化を観察するのにも役立ちます。
(図4)

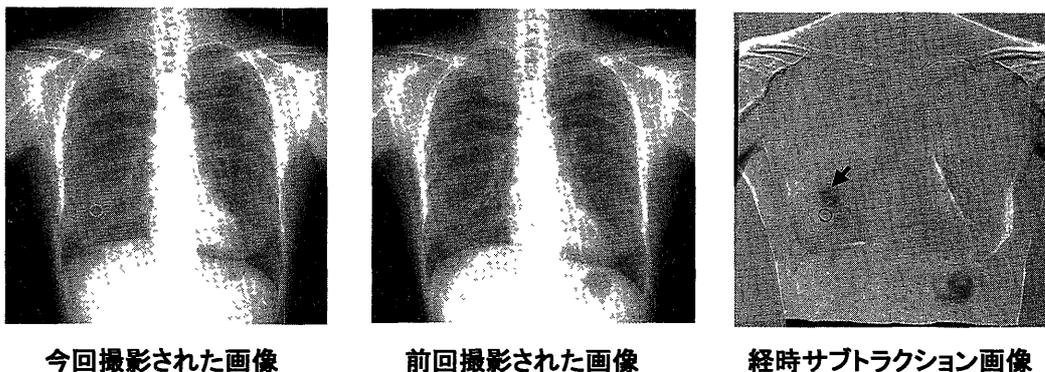


図4. 経時サブトラクション処理機能

③心胸郭比自動計測機能

胸部 X 線画像中の心臓と胸郭のパターンをソフトウェアにより自動認識することにより、心胸郭比を自動的に計測し表示します。(図5)

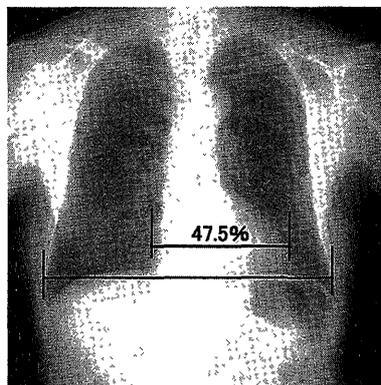


図5. 心胸郭比自動計測機能

● 整形計測支援機能

①整形計測ナビゲーション機能

ナビゲーションメッセージに従い、計測したい骨の特徴点をマウスでクリックするだけで、簡単に整形分野の長さや角度の測定が可能です。あらかじめ、登録してある37種の主たる計測手法に加え、カスタムナビゲーション機能を利用し、通常使う計測手順をナビゲーションファイルとして登録することにより、さまざまな計測手法に対応したナビゲーション機能が実現できます。

(図6)

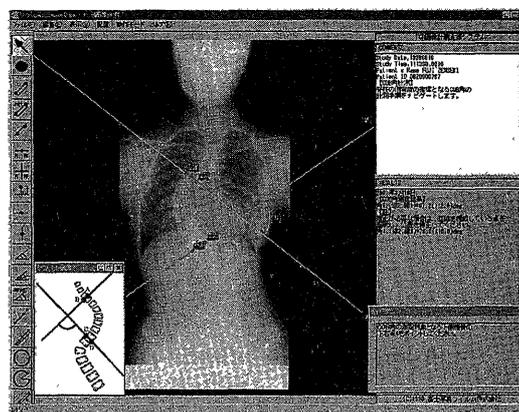


図6. 整形計測ナビゲーション機能

4. おわりに

今後も本学会の活動の中で、更に有用な画像診

断支援技術を見つけ育てて行きたいと思います。

コ・ラ・ム スタンフォードより

森 健策^{a,b}

◇◇はじめに

皆様、ご無沙汰しております。スタンフォード大学脳神経外科客員助教授としてこちらに赴任してから、早くも7ヶ月が過ぎ去ろうとしております。冬も終わり、日差しもだんだんと強くなるこの季節、外では花々が咲き誇っています。そして忘れていけないのが、花粉症の季節でもあります。さて、この度CADM Newsletterに「こらむ スタンフォードだより」を執筆させていただける機会を得ました。紙面をお借りしまして、ラボ、スタンフォード大学、そしてシリコンバレーにて起こっていることをお伝えしようと思います。

◇◇ Image Guidance Laboratories

現在私は Image Guidance Laboratories (略称 IGL。 <http://neurosurgery.stanford.edu/igl/>) と呼ばれる研究室に所属しております。正式な日本語訳は存在しないのですが、「画像誘導手術研究室」と訳するのが適当でしょうか。IGLはCADM学会が対象とするCAD (Computer Aided Diagnosis)に関する研究は行っており、どちらかという日本コンピュータ外科学会が対象とするCAS (Computer Aided Surgery)の研究が中心です。この研究室の歴史は比較的浅く1996年の創設となっています。研究室のDirectorはDr. Ramin Shahidiであり、後述しますがラボの成果を商品化する会社も経営しています。また、Co-directorとしてDr. Calvin Maurer, Jr. がラボでのプロジェクト群を統括しています。Dr. Calvin MaurerはIEEE Transactions on Medical Imagingでよく見かける研究者であり、手術ナビゲーションに必要な位置合わせ(Registration)に関して多彩な業績を持っています。現在のところFaculty 2人、Visiting Faculty 1人、Post doctoral 1人、学生5人、関連研究者15人と小規模なラボです。この研究室の正式な名称は標記のように“Image Guidance

Laboratories”と複数形となっておりますが、これは関連研究者は医学部外科、放射線科、工学部電気学科、機械学科などでそれぞれの研究室に属していて、これらの研究室とDr. Ramin Shahidiが主宰する研究室とが連携してリサーチを進めていることから、“Image Guidance Laboratories”と複数形になっています。

さて、簡単に2,3研究トピックをとりあげて見ましょう。手術ナビゲーションシステムを構築する上で重要となるのは、やはり位置合わせの問題です。ここでは画像対画像の位置合わせ、点对点の位置合わせ、点对面の位置合わせ、などを取り扱っています。後者の2つは、特に精度の面について理論的な評価を行なっています。前者の位置合わせは、MICCAI (2002年は東京で開催です。皆様是非ご参加ください)などの学会ですっかりおなじみとなっている、CT画像対MR画像、時系列画像同士の位置合わせ(造影前・後)、CT画像対2次元X線像の位置合わせに関する研究を行なっています。ここで導入される画像間位置合わせ手法は、組織の変形まで考慮した方法となっています。また、このような画像間位置合わせは非常に計算時間を要する問題であり、そのために後に示すBio-Xプロジェクト関連で導入されたSGIのスーパーコンピュータ Origin 3000を利用しています。このマシンには128個のR12000 CPUが搭載されており、SMP (Symmetric Multi Processor)構成の1台の計算機として利用可能です。これを用いることで、膨大な演算を要する画像位置合わせを利用プロセス数に応じて高速に実行することが可能です。

超音波画像に関する研究も主要な研究テーマのひとつです。ここでは、新しい超音波デバイスの開発と従来の2次元超音波を利用した研究の2つに大きく分かれます。前者の研究においては、3次元超音波画像を直接的に取得可能な超音波アレイの開発を進めています。現在市販

^a 米国内連絡先: Image Guidance Laboratories, Department of Neurosurgery, Stanford University, 300 Pasteur Drive, CA 94305, U.S.A. E-mail: kensaku@stanford.edu

^b 日本国内連絡先: 名古屋大学難処理人工物研究センター 〒464-8603 名古屋千種区不老町 E-mail: mori@cse.nagoya-u.ac.jp

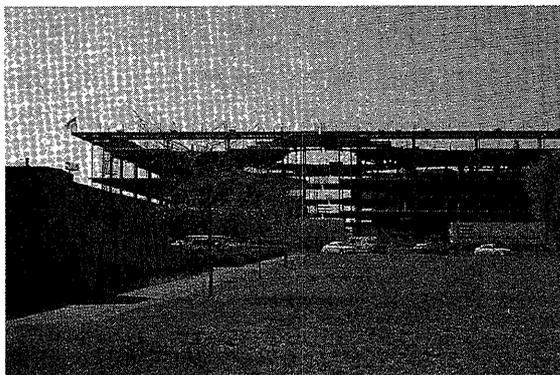
の3次元超音波画像装置は1次元アレイを機械的に操作するものがほとんどです。この研究プロジェクトでは2次元超音波アレイを構築することで、3次元的な超音波画像を取得するものです。もう一つのプロジェクトは、一般的なBモード超音波画像診断装置と位置センサを組み合わせ、位置センサが取り付けられたプローブをFree Handで走査して3次元画像を得るものです。この研究テーマでは特に位置センサの出力と超音波画像とのキャリブレーションプロセスにおいて必要なJigの最適な設計法を研究しています。

◇◇◇産学共同はいかに？

ご存知のようにスタンフォード大学は、大学で生まれた新しい成果をベンチャー企業を介して製品化することでも有名です。教官は大学の名刺と自分の会社の名刺の2つを持っていることが当たり前になっています。ここIGLもその例外ではなく、IGLのDirectorであるRamin Shahidiは、手術ナビゲーションシステムを開発・販売するCBYON (www.cbyon.com)のCTO (Chief Technology Officer; 最高技術責任者)として働いています。IGLは脳神経外科に位置していますから、前述のように脳神経外科手術シミュレーションシステムの開発が一つの大きな研究テーマになっています。CBYONではIGLにおいて開発された脳神経外科手術シミュレーションシステムを商品レベルまで高め、現在では50以上の病院に納入実績があるそうです。この商品はCBYON Suiteと呼ばれ、手術ナビゲーションシステムに必要な、トラッキング、レジストレーション、レンダリング等のソフトウェアモジュールから成り立っています。これらのモジュールを組み合わせることで、内視鏡下手術、顕微鏡下手術等の手術ナビゲーションシステムを構築することができます。CBYONはSee Beyondからきた単語で、「手術ナビゲーションシステムにより壁面下の情報を見る」の意味がこめられているそうです。

◇◇◇Bio-Xプロジェクトとは

おそらく大学関係の皆様には、この新しいプロジェクト

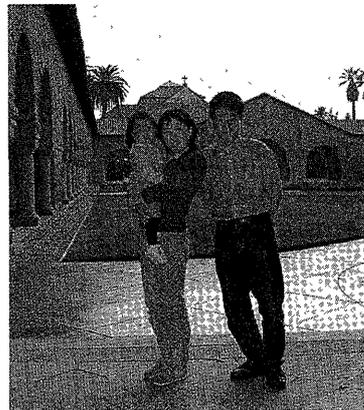


建設中のBio-Xビルディング。その奥が病院。

が目にとまるかも知れません。Bio-Xプロジェクトとは1998年にスタートし、バイオエンジニアリング、バイオサイエンス、バイオメディシンなどを取り扱う新しい学部を立ち上げるプロジェクトです。関係する学部は多岐にわたっていて、人文科学部、工学部、医学部のうち、上記の分野に関係する研究室がBio-Xプロジェクトに移行する予定でいます。新しく50のFacultyポジションが用意されます。分子構造から始まり人体までをカバーするBio-X (Xには色々な単語群が当てはまります) に関しての強力な教育研究組織が出来上がり、これまで分散していた教育研究リソースが集結することになります。注目すべき点は、これが研究のみを取り扱うのではなく教育も前提としており、これから益々国際的な競争が激しくなるBio-Xの分野を担う人材を輩出することを狙っている点にあるといえましょう。我々IGLもこのBio-Xプロジェクトに加わる予定だそうです。現在、Stanford University Medical Centerの建物の横で、このBio-Xプロジェクトが入居することになる新しい建物の建設が着々と進められています。私がこちらに来た頃は何もありませんでしたが、今では鉄骨が組み上がり、かなり体裁が整ってきました。この新しい建物はClark Ceterと呼ばれています。お気づきかと思いますが、スタンフォードの教官を務め、後にSGI (Silicon Graphics)を設立し、Netscapeも立ち上げたJames H. Clarkからの寄付金によりこの建物は建設されているのです。

◇◇◇おわりに

紙面が尽きてしまいましたので、今回はここまでにしたいと思います。私の所属するラボとは直接の関係はありませんが、スタンフォード大学の放射線科には、Virtual Endoscopyに関してRadiologyによく論文を出しているDr. Sandy Napelが所属しています。また機会ありましたら、これらも含めスタンフォード周辺の様子をレポートしたいと思います。



大学内メモリアルコートにて

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
186	山本 啓二	三菱スペース・ソフトウェア(株)

(2) 次の方が退会されました。

旭化成情報システム(株)	増田 善昭	植林 勇
--------------	-------	------

(3) 会員の現況 (2002年 3月18日現在)

賛助会員	3社3口
正会員	134名
学生会員	3名
	<hr/>
	140

※ お問い合わせ： 住所、勤務先等に変更がありましたら、事務局までご連絡下さい。

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 山本 眞司

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い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事が出来ます。
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.toriwaki.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、

yamamoto@parl.tutkie.tut.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係する全範囲，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.toriwaki.nuie.nagoya-u.ac.jp/~cadm/Journal/index.html>

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, 舘野之男, 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瘍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
(周向栄, 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
(周向栄, 濱田敏弘, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)

No.3 2000/6

多元デジタル映像処理に基づくがんの画像自動診断システムの
開発に関する研究、厚生省がん研究助成金研究成果報告
(周向栄, 濱田敏弘, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)

No.4 2000/11

胃X線画像からの高精度な胃領域輪郭線自動抽出
(尾崎誠, 小林富士男)

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,舘野之男,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
(長谷川純一)

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, 舘野之男, 飯沼武, 松本満臣)

本論文では、1mm間隔で撮影された人体断面画像を使って、3次元血気管モデルを構築する手法を述べる。まず原画像の各スライスにおいて、領域拡張法を用いて血管、気管領域を抽出し、孔を塞いだ後、輪郭を抽出する。各スライスで得られた輪郭を統合して、血気管領域の表面を抽出する。表面領域に、まず手動で3次元円筒モデルを当てはめ、大まかな位置決めを行った後、計算機を用いて詳細に当てはめ、血気管モデルを構築する。実際の人体断面画像から、血管・気管領域を抽出し、円筒モデルを当てはめ、モデル構築を行った結果を示す。

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)

コンピュータ支援画像診断システム(CAD)は厚生省ががん研究助成金制度によって多くの援助を受けてきた。実はCADは広義に解釈すれば、「がん診療におけるコンピュータ応用」の一つである。このような視点からがん研究班を見ても、昭和43年度(1968)に当時、国立がんセンターの放射線診療部長だった梅垣洋一郎先生が「がん診断治療への医用情報処理の応用に関する研究」というテーマで助成金を得て以来、2001年の今日に至るまで、ずっと続いている班研究である。恐らく、多くのがん研究班の中で最も長く継続している班の一つであろう。

CAD研究の歴史を展望する際に、がん研究班で行われてきた研究を振り返っておくことは非常に有意義であると思われるので、過去の記録をたどって関連班研究の時間順の一覧表を作成した。ただし、掲載したお名前は主任研究者と分担研究者のうちの主な方に限らせて頂いた。

目次

特集1 学会10年を振り返って<巻頭言>

舘野之男	(放射線医学総合研究所)	... 2
飯沼武	(放射線医学総合研究所)	... 4
鳥脇純一郎	(名古屋大学大学院工学研究科)	... 6
小畑秀文	(東京農工大学大学院生物システム応用科学研究所)	... 8

特集2 CADM/CAS合同シンポジウムパネリスト

佐藤嘉伸	(大阪大学大学院医学系研究科多次的画像解析分野)	... 11
荒俣博	(東京女子医科大学大学院先端生命医科学研究所)	... 17
柿沼龍太郎	(国立がんセンター東病院呼吸器科)	... 19
川島晴美	(NTTサイバーソリューション研究所)	... 23
志村一男	(富士写真フイルム(株)宮台技術開発センター)	... 25

技術交流の輪-1 画像認識

桂川茂彦	(日本文理大学総合研究センター)	... 27
------	------------------	--------

技術交流の輪-2 乳腺超音波

濱滝壽伸	(東芝メディカル(株)技術本部)	... 29
谷口信行	(自治医科大学臨床検査医学)	... 31

学術講演会情報 Call for Paper 第12回

田村進一	(大阪大学大学院医学系研究科多元的画像解析分野)	... 33
------	--------------------------	--------

学会参加だより SPIE2002

森健策	(Stanford University Medical Center)	... 35
-----	--------------------------------------	--------

ぎじゅつ 画像診断支援技術の展開

早乙女滋	(富士写真フイルム(株)宮台技術開発センター[東京])	... 38
------	-----------------------------	--------

こらむ スタンフォードだより

森健策	(Stanford University Medical Center)	... 41
-----	--------------------------------------	--------

事務局だより

小畑秀文	(東京農工大学大学院生物システム応用科学研究所)	... 43
------	--------------------------	--------

CADM News Letter

発行日 平成14年5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.toriwaki.nuie.nagoya-u.ac.jp/~cadm/japanese/index.html>

〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16 Tel. & Fax. (042)387-8491

東京農工大学大学院 生物システム応用科学研究所 小畑研究室内