

CADM

Computer Aided Diagnosis of Medical Images

News Letter



第9回コンピュータ支援画像診断学会大会 合同特別講演より

21世紀の画像診断－機能・代謝画像から分子画像へ－

西村 恒彦*

1. 画像診断の現状

1970年以降の現代医学において大きな技術革新をもたらした分野として分子生物学と画像診断学を挙げることができる。形態診断法としてのX線CTやMRIは装置の進歩とともに機能診断法としても成長しつつある。一方、SPECTやPETは機能診断法から代謝診断法へと変貌を遂げつつある。とりわけfunctional MRIやPETの展開は高次脳機能の解明、分子機能の画像化も可能ならしめ、将来期待される遺伝子治療の評価法としての確立も夢ではない。

このように画像診断学はレントゲン博士によるX線の発見に始まりこの1世紀の間に大きく発展し、今までの診断体系を変えてきた。

2. 機能画像の定量化－PETによる脳機能画像－

PETと $^{15}\text{H}_2\text{O}$ (水)を用いたオートラジオグラフィ法による脳血流測定法は $^{15}\text{H}_2\text{O}$ (水)の半減期が2分間と非常に短いことから、繰り返し種々のパラダイムを用いた脳賦活試験が行える利点を有している。しかも近年の医用画像処理技術の開発により、MRIと重畳させることにより、脳の機能局在の評価が可能になってきた¹⁾。

Wernickeの報告以来、側頭葉上部は聴覚的言語と関連した領域と考えられ、感覚性言語野または聴覚連合野と呼ばれている。健常人において聴覚的言語を処理するのは側頭葉とされている。そこで生まれながらにして言葉をきいたことのない先天聾の人においてこの部分の大脳皮質がどのように働いているかPETとMRIを用いて検討した。被検者にビデオモニターより視覚的に「父」「テレビ」などの単語の手話を提示し、コントロール条件として静止画像を用いた。手話を視覚的に提示することにより両側の上側頭回で賦活がみられた。このことは、被検者においては聴覚連合野が視覚的な入力を受ける手話の処理に携わるようになったものと考えられる。

この事実は手話の効果を脳の可塑性という観点から画像診断を用いて捉えたものであり、治療との関連で見ると手話は言語習得期(通常6歳まで)に始めた方がいいということが、さらには人工内耳をとりつけた後のリハ

ビリテーションでは手話などの視覚からの情報を極力与えず、聴覚情報だけを与えた方がいいということが示唆される。functional MRIの出現によりこのような脳賦活試験を用いて得られる成績が日常診療へ還元されるものと期待される。

3. 代謝画像の普遍化－FDG-SPECTを用いた腫瘍における糖代謝画像－

^{18}F -FDG (fluorodeoxyglucose)を用いたPET検査は腫瘍領域における良悪性の鑑別、転移および再発の評価、心臓領域における心筋viabilityの同定、脳神経領域におけるてんかん焦点の検出、痴呆性疾患の評価など臨床的有用性が高いことから、クリニカルPETとして欧米諸国では汎用されている。したがって、 ^{18}F -FDGによる糖代謝画像がSPECTを用いて得られれば理想的である。SPECTを用いてFDG画像を得る方法として、同時計数回路方式が開発されている。

とりわけ、腫瘍領域ではFDG-PETがX線CTに比し明らかに検出率が高いことが、また悪性腫瘍の治療前後の評価においてMRIやX線CTで観察できる腫瘍の形態学的変化以前にFDG-PETでその機能的変化を早期に検出できることが報告されている。これらの事実は腫瘍領域における画像診断においてFDG-PETひいてはFDG-SPECTの果たす役割が今後極めて高いことが示唆される。したがって、 ^{18}F -FDGが薬剤メーカーから供給されればPET施設を有していなくともSPECT装置を用いて糖代謝画像が得られる。このように代謝画像が日常診療に普及すれば、がんのスクリーニングや再発、転移を始めとする腫瘍の診断においてX線CT/MRIがその中心である現在の体系の中で不可欠な検査法として多大のインパクトを与える²⁾。

4. 分子画像の具現化－ドーパミン・トランスポータの画像化によるパーキンソン病の診断－

機能・代謝画像に加え、明らかな標的を目指した分子設計によるトレーサを用いた画像化が試みられている。トランスポータ・レセプターに加え、抗体、さらには標

識ペプチド誘導体を用いた特異的機能イメージングが可能になってきている。

ドーパミン・トランスポーター (DAT) はドーパミン (DA) 細胞の神経終末に存在し、シナプス間隙に放出された DA を細胞内再取り込みし、神経伝達を終了させる。コカインはこの DAT に結合して DA の再取り込みを阻害することにより精神神経症状を発現する。また、DA 細胞を障害し、実験的にパーキンソン病を発現させる MPP⁺は DAT を介して DA 細胞に取り込まれる。したがって、DAT を画像化することは麻薬中毒やパーキンソン病の診断、病態解明、治療効果の判定などに役立つと期待される。コカインに類似した構造を有する [¹²⁵I] RTI-55 (β -CIT) を用いてパーキンソン病の診断が可能になってきた。

β -CIT のパーキンソン病の診断における有用性に関しモデル動物を用いた実験を行った。6-OHDA (hydroxy dopamine) により片側の中脳黒質を破壊して各々 1 ~ 10 μ g を注入、軽度から重度のパーキンソン病ラットを作成した。破壊 1、3 週間後に methamphetamine 回転試験により運動障害を評価した。破壊 4 週間後に *ex vivo* autoradiography により β -CIT binding を測定した。また、中脳黒質の DA 細胞の数は *in situ* hybridization histochemistry により DAT mRNA 陽性細胞のそれとしてカウントした。methamphetamine 回転試験では DA 細胞の残存度が 50 % 以上のラットでは明らかな回転運動を示したが、50 % 以下では殆ど示さなかった。このことはパーキンソン病患者において DA 細胞数が半分以下にならないと運動障害が生じてこないことと一致する。一方、 β -CIT binding は DA 細胞の残存度と比例関係を示した。したがって、 β -CIT と SPECT を用いたパーキンソン病において症状の出現より早期に病変部位を検出できる可能性が示唆される。

5. 分子画像の将来—遺伝子発現を用いた分子画像—

新しい試みとして遺伝子発現を用いた分子画像としてアンチセンスとレポーター遺伝子を用いる手法がある。前者はある特定のタンパクの発現を mRNA と相補的なオリゴヌクレオチド(アンチセンス・オリゴヌクレオチド)を細胞内に入れることにより遺伝子レベルで阻害して治療を行う方法を利用するものである。トレーサ量のアイソトープで標識したアンチセンス・オリゴヌクレオチドによりある特定の mRNA のインビボイメージングを行う方法である。C-myc oncogene mRNA と ¹²⁵I-in-antisense プローブを用いた癌の診断法が開発されつつある。

後者はレポーター遺伝子を細胞内に発現させその遺伝子産物である酵素あるいはレセプターが発現することを利

用する。その後レポータープローブとなるアイソトープ標識した物質を投与するとその酵素作用にて細胞内トラップされる、もしくはレセプターと結合する。このプローブを検出することで結果的にレポーター遺伝子の発現量を体外からイメージングできることになる⁴⁾。

6. 画像診断の将来

21 世紀の画像診断は放射光による超微細構造の描出や、X 線 CT/MRI の 3 次元画像による立体的な形態診断法としての展開とともに、本稿で幾つかの事例を挙げた「機能画像の定量化」、「代謝画像の普遍化」および「分子画像の具現化」が益々重要になってくると思われる。いつの時代においても診断と治療は相俟って進歩するものであり、たとえば遺伝子治療の具現化とともに分子画像も急速な展開を迎えるのではないだろうか？ 画像診断法は単なる疾病の存在診断法としての役割でなくむしろ画像診断自体が疾病の早期検出、治療効果の判定のみならず生命予後の面からもその有用性を確立していく必要がある。

文献

1. H.Nishimura, K.Hashikawa, K.Doi, T.Iwaki, Y.Watanabe, H.Kusuoka, T.Nishimura, T.Kubo. Sign language 'heard' in the auditory cortex. **Nature** 1999;397:116
2. M.Tatsumi, K.Yutani, Y.Watanabe, S.Miyoshi, N.Tomiyama, T.Johkoh, H.Kusuoka, H.Nakamura, T.Nishimura. Feasibility of fluorodeoxyglucose dual-head gamma camera coincidence imaging in the evaluation of lung cancer: Comparison with FDG PET. **J Nucl Med** 1999;40:566-573
3. Y.Ito, M.Fujita, S.Shimada, Y.Watanabe, T.Okada, H.Kusuoka, M.Tohyama, T.Nishimura. Comparison between the decrease of dopamine transporter and that of L-DOPA uptake for detection of early to advanced stage of Parkinson's disease in animal models. **Synapse** 1999;31:178-185
4. Gambhir SS, Barrio JR, Wu L, Iyer M, Namavari M, Satyamurthy N, Bauer E, Parrish C, MacLaren DC, Borghei AR, Green LA, Sharfstein S, Berk AJ, Cherry SR, Phelps ME, Herschman HR. Imaging of adenoviral directed herpes simplex virus type 1 thymidine kinase gene expression in mice with ganciclovir. **J Nucl Med** 1998;39:2003-11

第9回コンピュータ支援画像診断学会大会 シンポジウムより

医療情報の可視化と手術戦略

伊関 洋¹ 南部恭二郎² 田村光司³

I. はじめに

情報技術の進展に伴い、医療において情報の可視化が基盤技術の一つとなりつつある。医療におけるバーチャルリアリティ技術とは、医療情報を可視化(visualization)する技術と捉えたほうが自然である。医療情報の可視化により、医療界は変革を遂げつつある⁴⁾。これからの外科治療は、オーグメントドリアリティ技術による医療情報の可視化を基に、低侵襲手術システム(21世紀の手術室:インテリジェント手術室)にて手術を施行し、手術戦略システム(戦略デスク)で、手術過程を術前・術中・術後まで管理し、また周術期より患者さんを含めた病態をリスクマネジメントシステム(手術フライトレコーダ・フライトシミュレータ)で管理する、一貫したシステム治療に移行するであろう。

II. 低侵襲手術システム(21世紀の手術室:インテリジェント手術室)

外科領域では、開腹や大きな開頭を必要としない低侵襲手術(minimally invasive surgery)が発達しつつあり、これに伴って狭い術野での手術操作を支援する技術として、外科医に新しい目と手と脳(advanced vision, hands and brain for surgery)を提供する必要がある^{1,2,3,4)}。すなわち(1)対象組織を的確に手術する「手」。(2)外科医が手術対象物をしっかり確認し・観察するための「目」。(3)手術中に手術を誘導(ナビゲーション)するための情報を「目」の情報と統合しわかりやすく提示する「脳」である。狭い術野での微細な手術操作を可能にする外科医の「新しい手」は必ずしも人間の手の形態や動きや模倣しなくても

よい。むしろ、従来使用しているハサミやメスなどの器具に加えるべき、高機能で使いやすい手術デバイスとしてのマニピュレータシステムである³⁾。このようなデバイスを思い通りに操るには「新しい目と脳」が必要である。手術ナビゲーション技術は、手術部位を単に観察するだけでなく、手術計画図やCT像などを手術部位と直接対比しつつ参照すること(増強現実: augmented reality)を可能にする。術者は術中に常時、今操作している位置が本当に計画した通りの箇所であるかどうか、計画した通りに操作が進行しているかどうか、などを確認する必要がある。術中の術者の確認作業を経験や勘に頼らず、客観的に一定の精度で支援する。これらは術野を観察するための内視鏡等の装置のみならず、様々な医用画像装置で得た情報を総合して手術計画を作り、その手術計画を術中に分かり易く提示し、あるいは遠隔地にいる専門家の助言を受けるなどの機能を含む、リアルタイム総合情報システムである。

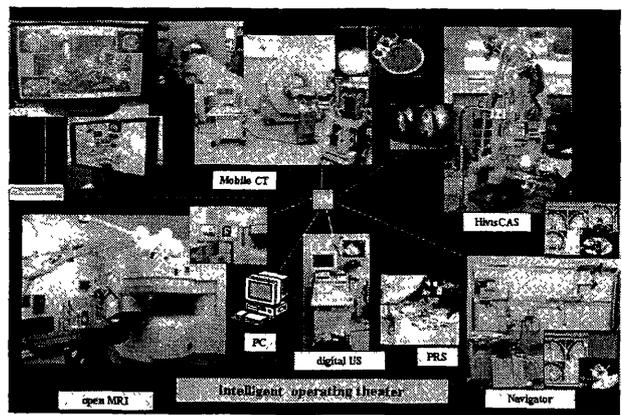


Fig.1. リアルタイム総合情報システム「インテリジェント手術室」の構成。

これら術前情報は、術中画像モニタリング装置(オープンMRI、モバイルCT、三次元超音波

¹ 東京女子医科大学脳神経センター脳神経外科 162-8666 東京都新宿区河和田町 8-1

² 東芝医用システム社・医用機器・システム開発センター³ 東京女子医科大学日本心臓血圧研究所循環器内科

(V-US)などで得られた情報で現在の形態学的状況を常にリフレッシュしながらリアルタイムに更新していくことが要求されている。現在、手術の危機管理システムである「手術フライトレコーダ」を備えたリアルタイム総合情報システム「インテリジェント手術室」の研究開発を行っている。

III. 手術戦略システム（戦略デスク）

手術戦略を立案して管理し、手術戦略通りに手術が行われているかをチェック・修正するための戦略管理と照合システムである。すなわち、1) 術前の手術計画の立案：シミュレーションとプランニング、2) 術中の手術進行状況と計画との照合及び修正：ナビゲーション・術中画像情報の可視化により術中の進行状況の確認、3) 術中の予期せぬ問題に対する手術計画の修正・再構築、などを行う⁴⁾。

IV. 手術リスクマネジメントシステム（手術フライトレコーダ・手術フライトシミュレータ）

周術期の管理を効率的にかつ最適化するために、術中のすべての医療情報を経時的に記録し保存するための「手術フライトレコーダ」が必要である。危険な状況（ニアミス）が発生したときの分析と評価のために、手術スタッフの行動記録・麻酔管理情報・生体情報と手術情報（術野映像等）を経時的に記録する。フライトデータの蓄積に基づいて、最終目標である「手術フライトシミュレータ」を構築する。究極の手術フライトシミュレータは、病態生体モデルである。これが完成すると、プランニングの段階で、シミュレータで検証し、プランの最適化をおこなうことができる。また、手術フライトシミュレータは手術中にリアルタイムで手術プランニングの検証を行い、問題点や留意点を拾い出し、再プランニングと結果のフ

ードバックを行って、手術のプロセスを安全に導く。

V. おわりに

CAD(コンピュータ支援診断)や CAS(コンピュータ支援手術)などの診断・治療方針の決定を支援するシステムが発達してきている。これらをベースに、低侵襲手術システム、手術戦略システム、手術リスクマネジメントシステムの三位一体となった evidence based advanced techno-surgery（先端工学外科学）が花開き、21世紀の手術室は参謀本部である戦略デスクが一体となって運営されるであろう。

文献

- 1)古橋幸人、斉藤明人、松崎 弘ほか:手術ナビゲーションシステムの開発。第9回コンピュータ支援画像診断学会大会・第8回日本コンピュータ外科学会大会合同論文集。pp.135-136,1999.11.4-6 京都
- 2)H.Iseki,K.Takakura,T.Tanikawa et al: Three-dimensional video-microscope system in neurosurgery.Proceeding of 11th International Congress of Neurological Surgery.Amsterdam, The Netherlands, July 6-11, pp.701-705,1997
- 3)伊関 洋、南部恭二郎、佐久間一郎ほか:コンピュータ外科とレーザー。日本レーザー医学会誌。Vol. 18 (3) : 43-48, 1997
- 4)伊関 洋:バーチャルリアリティ(医療情報の可視化)。脳神経外科の最先端 QOL の向上のために。先端医療シリーズ2・脳神経外科。高倉公朋監修。先端医療研究所。東京、1999,pp. 169-174

第9回コンピュータ支援画像診断学会大会 シンポジウムより

サイバーナイフ治療

井上 武宏*、井上 俊彦*

近年、コンピュータの発達によって腫瘍などの病変の放射線診断がより正確にできるようになった。さらに放射線治療計画装置が改良され、平面上での線量計算しかできなかったものが3次元での線量計算ができるようになった。放射線診断装置や治療計画装置の発達によって、病変部に限局した放射線治療である3次元原体照射が可能となった。

3次元原体照射には Stereotactic Irradiation (定位放射線照射)、粒子線治療あるいは小線源治療などがあげられる。定位放射線照射は200個以上のコバルト線源を装着したガンマーナイフで行われたり、ガントリやベッドの回転精度を高めたリニアックで行われる。この治療の問題点は患者の固定のためにフレームを使うことである。フレームは患者の頭蓋骨にねじで固定される。このような観血的フレームがあるために、長期間の治療は困難であり、通常は1回照射で治療が行われる。しかし、聴神経鞘腫などの良性腫瘍では晩発性の有害事象を考慮して分割照射が行われる場合も多い。フレームを付けた状態では長期の分割照射は困難である。またフレームがあるために頸部などの照射ができない。

ガンマーナイフでは1回の照射で球状の線量分布が得られる。フットボール型の腫瘍では球状の分布を組合せて治療を行う。このために病変内の線量が不均一となる。逆にフットボール型の腫瘍を一回の照射ですべて治療しようとする周囲の重要臓器に大線量が投与される。通常のリニアックによる定位放射線照射でも同様の問題が起こる。

以上のようにガンマーナイフや通常のリニアックによる定位放射線照射の問題点は観血的フレームを使用すること、線量分布が球形になるこ

とである。

サイバーナイフは従来の定位放射線治療の問題点を解決した装置である(図1)。サイバーナイフは産業用ロボットとリニアックを組合せた装置である。ロボットは6軸制御で任意の方向から照射が可能である。先端部分に155kgまで搭載でき、繰り返し精度は $\pm 0.5\text{mm}$ である。従来のリニアックではアイソセンタを中心とした回転運動しかできないが、ロボットではアイソセンタのない治療が可能である。サイバーナイフでは100前後の停止位置から照射を行うが、各位置から腫瘍の任意の点に照射を行うことによって、腫瘍の形状に合わせた線量分布を得ることができる。

Image Processing System (IPS)と呼ばれる患者の位置認識システムを持っていることがもう一つの特徴である。治療前に撮影したCT画像から患者の頭部の画像を再構成する。この際に患者の位置がx、y、z軸方向に移動した場合の画像も再構成される(図2)。治療中はロボットが各停止位置に移動して停止すると左右斜め前の2方向からX線透視が行われる。このX線透視画像とCTから再構成された画像を重ね合わせ患者の位置の移動量を数量化する。患者の位置が移動しておればロボットにデータが転送され、ロボットが腫瘍を追尾して照射が行われる。IPSを持っているために患者を観血的フレームで固定して治療をする必要がない。観血的フレームを使用しないので1回照射だけでなく分割照射も可能である。また脳以外の頸部に対する治療も可能である。

以上、産業用ロボットとリニアックを組合せた新しい定位放射線治療装置サイバーナイフについて紹介した。この装置は体幹部に対しても応用が可能であり、スタンフォード大学では臨床

*: 大阪大学大学院医学系研究科 集学放射線治療学研究所 〒565- 大阪府吹田市山田丘2-2

応用が行われている。また本装置は3次元だけでなく、時間軸においても原体照射が可能であり4次元原体照射と言える。

21世紀は最初に書いた3次元原体照射がそれぞれの長所を生かして治療が行われることになる。サイバーナイフは4次元原体照射であることが長所となろう。

近年のコンピュータの急速な発達とは従来の発想とは異なった治療を可能とした。21世紀は更に新しい発想の装置が開発されるものと期待される。

文献

1.井上武宏、井上俊彦. ナロービーム放射線治療—ロボットとトラッキングを用いた新しいナロービーム放射線治療装置—. 癌の臨床 1997; 43: 221-225.

2.塩見浩也、井上武宏、井上俊彦、清水恵司、吉峰俊樹. 大阪大学における CyberKnife の初期経験. 定位的放射線治療 1999; 3: 89-95.

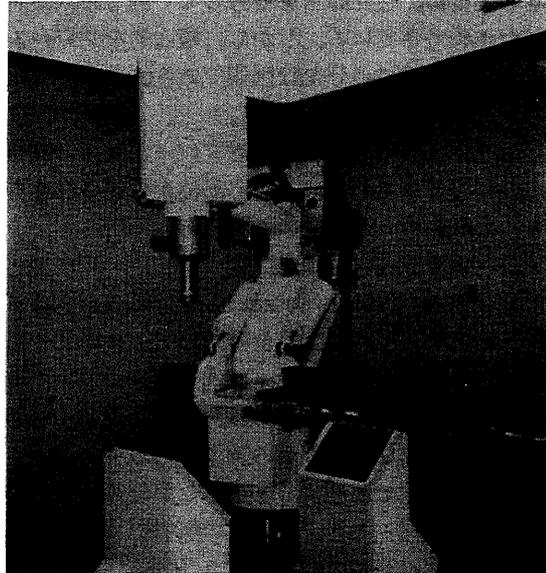


図1 サイバーナイフ (文献1より)

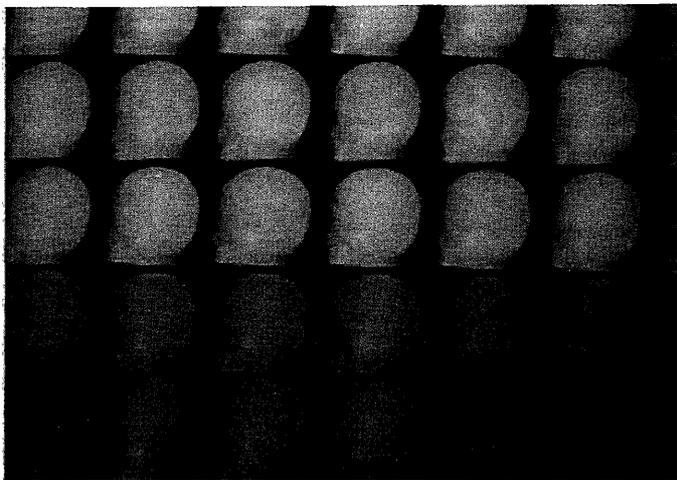


図2 CTからの再構成画像 (文献1より)

第9回コンピュータ支援画像診断学会大会 シンポジウムより

MRI 環境下のロボット技術

鎮西清行*

[はじめに]

手術用 MRI は、MRI の持つ軟組織描出能力などの多彩な情報を手術時に利用することを可能にした。術前の診断画像を元にコンピュータ画面上に手術計画をたて、これを手術中にガントリー脇に置いた液晶モニタに表示して術中に随時確認するナビゲーションも行われている。

我々は、「脇に置いて見る」から進んで、より直接的なナビゲーションを実現することを目標に、手術用 MRI と統合された手術支援ロボット/マニピュレータを中心とする手術計画・ナビゲーション統合システムの開発を進めてきた。この開発でまず問題になったのが、ロボット機構を MRI 傍で動作させるための MR compatibility の確保であった。本稿ではロボットに代表されるメカトロニクス機器の MR compatibility の問題につき述べ、我々の開発中の 5 軸ロボット機構につき紹介する。

[MR Compatibility]

ある機器が MR compatible であるためには、

- MR 環境下にて安全を損なわない (MR safe),
 - 機器の機能が MRI の画質に悪影響しない,
 - MRI の撮像時に機器の機能が影響を受けない,
- の各条件を満たす必要がある⁽¹⁾。また撮像中心からの距離、撮像時に使用(動作)するか、撮像時に患者に接触するかどうかなど使用環境を考慮する必要がある。撮像時に必要ないものであれば、その都度室外に出すという解決策もありうる。

[MR Compatibility の要件]

具体的にはどのような条件を満たすべきか。磁性に関する対策と電磁ノイズ対策に大別できる⁽²⁾。

- 磁場を乱さない…撮像領域では磁場の不均一性を ppm のオーダーに抑えこむ必要がある。常磁性体に分類される材料でも影響が無視できない。
- 磁場による引力の影響を受けない…強磁性体材料はマグネットに強力に吸引され、危険である。固定などの対策を要する。
- MR 信号を乱さない…誘電体あるいは導電体が RF プローブに近接すると、その特性を乱す。外部から導かれた導線は外部のノイズを導く。い

ずれも画質を劣化させる。

- RF パルスの誘導の影響を受けない…MRI が印加する RF パルスによって、マグネット近傍の電気回路にサージ性ノイズが発生する。

前二者は材料の比磁化率と体積・距離・形状の問題となる。後二者は電磁ノイズの問題であり、技術的にはこの方が面倒である。

ロボット機構は、一般に鉄製部品・電磁モータ・センサや制御回路などが多用されること、可搬重量に比して自重が数~10 倍程度要するため上記の部品の体積が大きいことから、MR compatibility は概して悪い。手術支援ロボットの場合、術野に近づかざるを得ず、いっそう条件が厳しくなる。

[ロボット機構の MR Compatibility]

ロボット機構は機構部分と電気部分に大別できる。それぞれの MR Compatibility 対策は以下のようになる⁽³⁾。

- 構造部材…材料の比磁化率による選択の問題となる。構造材料の場合は使用体積が大きいので、撮像領域外でも引力などに注意する必要がある。
- 受動要素…剛性などが許す範囲で樹脂製のパーツが使用可能である。セラミックス製軸受は優秀。鉄製の汎用品は撮像中心から数 m 以内では引力の影響に要注意。
- 能動素子…撮像中心から 1m 以内では電磁モータの使用は難しい。超音波モータが磁氣的原理によらないことから有利。
- センサ…高インピーダンスのセンサの場合、RF パルスの影響を受けるのは必至。フィルタリングが許されない場合は、光学検出などが必要。その他の計算機部分などは MR 室外に設置できるので問題は小さい。

[MR Compatible 5 軸ロボット機構]

筆者は米国 Brigham & Women's Hospital の Surgical Planning Lab と共同で、同病院の保有する水平磁場型手術用 MRI (GEMS Signa/SP) に装着して使用する 5 軸のロボットシステムの開発を進めている。これまでの試験で、開発した機構が良好な MR compatibility を示すことを確認している。

* : 工業技術院機械技術研究所 〒305-8564 つくば市並木 1-2 www.mel.go.jp/soshiki/kiso/biomech/chin/kc.htm

このロボットは、術者頭上に固定した XYZ 3 軸直動機構、これに付随する XY 2 軸直動機構と、それらから作業領域まで懸垂する延長アーム 2 本、その終端の 2 つの球面関節などからなる。アーム先端が撮像中心から 20~40cm に、機構本体が 70~150cm の距離に位置して、撮像時にも動作することを設計条件として、以下の対策をとった⁴⁾。

- 構造部材…樹脂，チタンなどの常磁性材料を用いている。
- 受動機構部品…セラミックスやベリリウム銅などの磁化率が小さく表面硬さが高い特徴を持つ部品を用いている。
- モータ…超音波モータを使用している。保持トルクが強大で別途ブレーキを設けることなく電源断の際の姿勢保持が可能である。
- センサ…位置センサなどを装備しているが、センサからの信号は光ファイバにて MRI 機械室まで導かれ、そこで電気信号に変換されている。

[MR Compatibility 試験]

本機構を手術用 MRI 装置に設置して動作させながら球形ファントムを撮像，画像の S/N 比と画像に現れた磁場の不均一性を評価した。S/N 比は 1.6~1.8% 低下した。S/N 比の低下は 10% が許容幅とされるので問題にならない。また，磁場不均一性は本機構無しで 0.45 ppm，本機動作中に 0.52 ppm であった。被験者をおいただけで 1.4 ppm 程度の不均一が出るので，十分許容範囲といえる。変形，シフト，明度の不均一などは目視では認められない。

なお，撮像に伴う本機構の動作異常，誘導電流などによる発熱は主観的観測ではこれまでに認められていない。

[今後]

今後は手術支援システムとしての完成度を高めていく。最初のアプリケーションとしてレーザーポインタを動かすことを計画中である。

[謝辞]

本研究は，主に通産省工技院の研究制度「手術マニピュレータ制御情報の術中実時間生成/更新の研究」，「オープン MRI 下の次世代診断・治療システムの研究」，「MRI 環境下セミアクティブホルダーの研究」にて実施して，米国側では NSF ERC "Computer Integrated Surgical Systems and Technology" #9731748 などにより実施しています。

[参考文献]

- 1) GEMS (ed): MR Safety and MR Compatibility: Test Guidelines for Signa SP™. <http://www.ge.com/medical/mr/iomri/safety.htm> October (1997).
- 2) 鎮西他, "MRI Compatibility を有する機械機構," 第 7 回日本コンピュータ外科学会予稿集, 135-6 (1998).
- 3) Chinzei et.al.: MR Compatibility of Mechatronic Devices: Design Criteria. proc. MICCAI'99, 1020-31 (1999).
- 4) 鎮西, オープン MRI とロボット, 日本ロボット

学会誌, 18(1) 37-40, (2000).

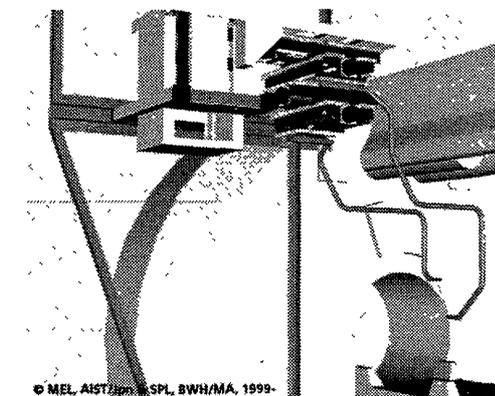
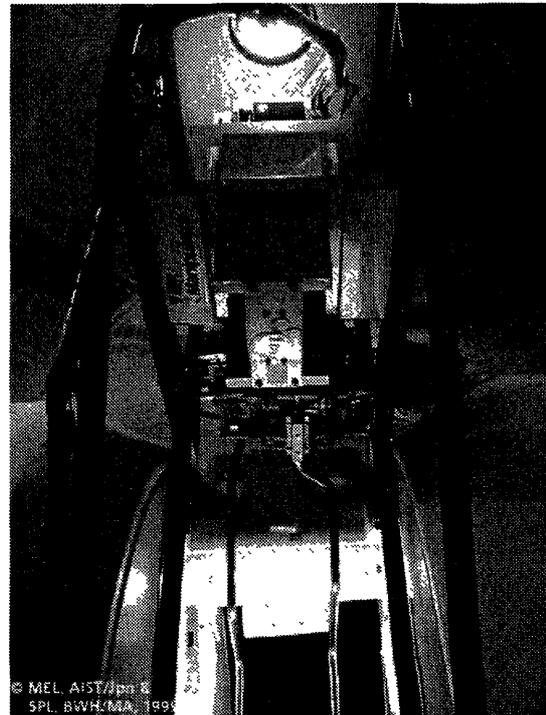


Fig. 1: The surgical assist robot/manipulator main body.

Fig. 2: Phantom scans without robot (control; left) and with maneuvering robot (right). Visible image shift, distortion and loss of image quality were not observed. The SNR loss was 1.6 ~ 1.8 %, which was much lower than the limit of acceptable loss 10%. The inhomogeneity of the magnetic field caused by the robot motion was 0.52 ppm while that of the control was 0.45 ppm. It was lower than the effect by that of a volunteer human body 1.4 ppm.

第9回コンピュータ支援画像診断学会大会 シンポジウムより

マルチスライス CT と CAD

片田 和廣 ※

現在、CT の分野で大革命が起きていることは、医用工学の関係者にとって既に周知の事と思われる。検出器列の多列化で代表されるこの CT 技術革命により、関連する諸分野に大きな影響が出始めていることも、聞き及んでおられることと思う。今回、CADM シンポジウムで発表の機会を与えられたのを契機として、マルチスライス CT の出現により CAD にどのような影響が生ずるのかに関して、時間の制限などで伝えきれなかったところを述べてみたい。

1. マルチスライス CT についてのおさらい

マルチスライス CT (Multislice CT, multidetector-row CT, MDCT) とは、従来の一列の検出器に替えて、複数列の検出器と複数の DAS (data acquisition system) を有する CT システムである。検出器の構造は、スキャン時のスライス幅が選択可能なように工夫がこらされているが、大別して不均等型 (adaptive type) とマトリックス型 (matrix type) に分けられる。いずれにおいても、現状では同時にデータ収集/再構成できるスライス数は、4 列に限られている。

多列検出器採用による第一の利点は、同一スキャン時間でカバーされる範囲の増大である。スキャンピッチにより、従来の3倍から6倍の範囲がスキャン可能となっている。仮にスキャン範囲が従来と同じで良いとすると、従来の一列 CT の 1/3 から 1/6 の時間でスキャンが終わってしまうことになる。すなわち、マルチスライス CT の第二の利点はその「速さ」であるといえる。また、スキャン範囲、スキャン時間とも従来と同じで良い場合は、より薄いスライス幅を用いることでデータの体軸方向分解能を飛躍的に向上させることができる。その他に、速度、体軸方向分解能、スキャン時間、信号/雑音比などを目的に応じて自在に変えられる flexibility をその利点にあげる者もいるが、マルチスライス CT の主要な利点は、「広い、速い、細かい」とまとめ上げることができよう (某牛丼店のキャッチフレーズである「安い、速い、旨い」とは、その内容に至るまで見事な対応がとれている)。

さて、多列検出器の搭載はマルチスライス CT の主要な特徴であるが、それだけが現在起こっている CT 技術革新のすべてではない。実は、飛躍的な革新が同時に複数進行しているのである。その一つが、X 線管球-検出器ユニットが一回転するのに要する時間の大幅な短縮である。現在一部には、一回転 0.5 秒スキャンが常用可能な装置が市販されている。180 度+ファン角のデータを用いるハーフスキャンでは、時間分解能は 0.32 秒に達する (FOV を心臓に限

れば、約 0.2 秒の時間分解能に相当する)。これにより心臓などのモーションアーチファクトが大幅に低減された。また、一回転スキャン時間の短縮は、マルチスライス CT の「速さ」を一層増強することも重要なポイントである。

今一つは、検出器開口幅の最小化である。我々が使用している装置 (東芝製 Aquilion Multi) では、0.5mm スライス 4 列を同時収集可能となっている。これにより体軸方向分解能の大幅な向上が実現された。

2. 等方性ボリュウムデータの必然性

0.5 秒スキャンを装備した 4 列高速マルチスライス CT では、同一スライス幅を用いた場合、1 秒スキャンのシングルスライス CT に比して、6 ないし 12 倍の範囲がスキャン可能である。これは、従来と同一の体軸方向分解能であれば、ほとんどの臓器が一回の呼吸停止で検査可能なことを意味している。すなわち、従来と同等の診断能を前提とした場合、スキャン範囲に関しては、既に 4 列のシステムでほぼ「飽和」していると考えられる。スキャン範囲が十分とすれば、今後マルチスライス CT が目指すものはなんであろうか？それは体軸方向の分解能向上に他ならない。

従来の CT 画像は、x, y 方向の分解能が 0.35mm ~ 0.8mm であるのに対し、z 軸方向 (体軸方向) の分解能は、スライス幅の制限のために、通常は 5~10mm、最小でも 1mm であった。このため画素単位 (ボクセル) 内で平均化が生じてしまい、情報が失われていた (partial volume effect)。マルチスライス CT では、現状我々が使用している装置でも、躯幹部では 1mm スライス、頭頸部では 0.5mm スライスの使用により、理論上のボクセルサイズがそれぞれ 1mm x 1mm x 1mm, 0.5mm x 0.5mm x 0.5mm の「等方性ボクセル (isotropic voxel)」が実現されている。等方性ボクセルからなる「等方性ボリュウムデータ」では、これまで CT や MRI で避けられなかったスライス幅に基づく partial volume effect を完全に排除することが可能である。また、従来の CT で得られていた軸位断像と全く等しい空間分解能で、冠状断、矢状断を再構成することができる。これはすなわち、「生体の完全な電子的ひな形」に他ならず、まさに究極の形態学的診断法と呼べるものである。マルチスライス CT でもたらされる最大の利点は、間違いなく「等方性ボリュウムデータ」による診断革命にある。今後、マルチスライス CT で同時計測可能なスライス数は、おそらく現在の 4 列から 8 列、16 列と増えていくと予想されている。その主たる目的は、「より広範囲の等方性ボリュウムデータを短時間で得る」

こととなるであろう。等方性ボクセルへの流れは、いわばCTの進化の必然なのである。

3. 等方性ボリュームデータのデータ量

等方性ボリュームデータが日常的に撮られるようになる、まず問題となるのがそのデータ量の多さである。事実、等方性とはほど遠い初期的システムのマルチスライスCTですら、既にそのデータ量の増大に関する問題点が悲鳴のように発せられている。ましてより薄いスライスを用いる等方性データでは、画像再構成、観察、データ通信、データ保存の全ての分野で、大きな障害が出ている。一例として、1mmスライスを用いた全肺CT検査の例を挙げる。スキャン範囲を30cmとすると、基となるスライス枚数は300枚である。0.5mmピッチで補間再構成することにより600枚、これを右肺、左肺別にターゲット再構成することにより1200枚、肺野用と軟部組織用の二種のコンポリューションフィルターでそれぞれ再構成することによりトータルで2400枚に達する。わずか30秒足らずの一回のスキャンですら、最大限の情報量を引き出そうとすると、爆発的なデータ量が発生することがおわかりいただけると思う。データ量増大は、かように大きな問題であるが、これまでの関連技術の進展様式を見た場合、扱えるデータ量は、文字通り日進月歩の勢いで増加しており、現在もその勢いに衰えは見られない。従って、適切な努力を怠らなければ、早晚解決可能と考えられる。

4. 等方性ボリュームデータの読影

等方性ボリュームデータの真の問題点は、むしろその読影にある。患者一人あたりの画像枚数が数百枚～数千枚に達する等方性ボリュームデータでは、フィルムによる読影は不可能である。そのため、適切なViewerによるCRT diagnosisが必須となる。読影に用いる画像自体も、従来のような軸位断を用いると、総画像枚数が多くなるため読影者への負荷が増える。この対策として、胸腹部・骨盤領域では、軀幹の前後径が他の軸に比し短いことを利用し、冠状断を用いることにより、総画像枚数を減ざることが可能である。冠状断にはまた、血管造影、単純撮影など従来のmodalityとの対比が容易という利点もある。従って、画像観察法としては今後必然的にMPRが主体となるであろう。しかし、これらの工夫を以てしてもなお、等方性ボリュームデータの読影は従来にない困難な作業である。

等方性ボリュームデータによる診断は、その根本からして、従来の画像診断と大きく異なっている。従来の画像診断は、CTであれMRIであれ、ある診断目的を持って撮像（撮影）されており、主たる読影対象は検査目的部位に限られていた。それ以外の部分の情報についての読影は、「一応チェックする」程度しか期待されていなかったし、事実、得られる情報も少なかった。たとえば、従来の胸部CTで、冠状動脈について読影は求められなかったし、たとえ求められたとしても信頼性のある診断は困難であった。この理由は、従来は、当面の診断目的達成に必要な十分なデータサンプリング密度（スライス幅）でしかデータ採取が行われなかったため、それ以下の分解能が必要な構造は、望んでも認め得なかったた

めである。

等方性ボリュームデータでは、従来のCT検査の最大のエラーファクターであるpartial volume effectがなく、しかも広範囲が超高分解能で撮影されているため、「その範囲に含まれるCTで認め得る構造はすべて認められる」という状況が出現する。すなわち、ある範囲を撮影したら、その範囲にあるすべての臓器・構造が読影に耐える分解能で提示されるのである。肺野病変を疑った検査においても、縦隔は勿論のこと、主要なリンパ節、冠状動脈の石灰化、女性であれば乳房、果ては胸椎の骨棘による椎間孔の狭窄などがすべて正確に確認可能である。このことの素晴らしさと恐ろしさ（？）がおわかりであろうか？たとえば肺野疾患の検査を目的とした胸部CTにおいて、乳房の微小石灰化を見逃したとしたら、また、腹部CTにおいて、軽度で腫大したリンパ節を一つ見落とし、治療が手遅れになったとして、後々その責任を問われたとしたらどうすればよいか？等方性ボリュームデータは診断者をしてそのような心配をさせるほどに情報量が多いのである。

等方性ボリュームデータの読影作業は、その含まれる情報の多さ故に、多大なる時間と労力を必要とする。我々の施設での例では、一例の読影に一時間以上を要することも稀ではない。ワークステーションの前に2時間近くも座り、やっと一例を診断していたのであれば、一人の放射線科医あたりの処理人数は一日に6～8人とどまってしまう。これでは日常業務はこなせないし、医療費の高騰にも拍車をかけてしまう。かといって読影に手を抜けば、先述のごとく頻繁に見落としが生じうる。

一つの対策として、データサンプリングを現状の読影体制で処理可能な程度に落とす（すなわち厚いスライス幅を用いる）という、「後ろ向き」の策も考え得る。しかし、装置が現に保有し、簡単に使用可能な診断能を意図的に「劣化」させるこの手段は、放射線科医として採るべきものとは考えられない。なにしろ等方性ボリュームデータ取得にあたっては、リスク、時間、コストをはじめ、すべての面で患者には何の負担増もないのであるから。とすれば、何とか読影のシステムを工夫することでこの新たな「診断革命」を乗り切るしかない。

そこでCADの可能性が注目される。等方性ボリュームデータを扱い始めた一部施設では、読影を補助し、読影時間を短縮して、生産性を上げてくれるCADシステムを、真剣に望んでいる。そして、等方性ボリュームデータへの流れが必然である以上、早晚、ほとんどの施設で同様の「悲鳴」が起これると考えられる。

5. 等方性ボリュームデータ時代のCAD

今月の日本放射線技術学会雑誌（Vol 56, No3）に、CAD技術論文の特集が掲載されている。土井邦雄教授はじめ、斯界の第一人者により執筆された、すばらしい内容である。この特集号に取り上げられているCAD技術は、当然のことながら従来のニーズに基づいて研究・開発が行われた成果である。等方性ボリュームデータに対するCADは、当然これら従来の技術の発展上に構築されるであろうが、いくつかの

点で大きく異なるであろうことを、予め明確しておく必要がある。

1) 臨床ニーズの種類と切実性が異なること

いずれも医師の診断を補助するという点では同様であるが、臨床ニーズには若干の相違が認められる。従来が「医師でもできること」をCADにより行い、不注意、あるいは診断基準の揺らぎによる「読み落とし」を少なくすることに主眼がおかれていたとすれば、等方性ポリウムデータの場合のニーズは、「医師ではとても扱い切れない大量のデータを、何とかコンピュータで上手く処理できないだろうか」という切実なものである。考えてみれば、これは他の産業分野におけるコンピュータの標準的な用途と一致する。

2) 強力なハードウェアが必須なこと。

上記特集号の特別寄稿で、土井先生が「CADの研究は、基本的にソフトウェアの開発です」と述べられているように、従来CADは、どちらかといえば純粋にソフトウェア・ベースの技術ととらえられてきた。しかし、等方性ポリウムデータに対するCADでは、まずそれらの大量のデータを扱えるハードウェアが必須である。しかも、大量のデータに対する処理内容は、複雑なものとなることが予想されるため、高度の演算能力を備えてなければならない。従って、等方性ポリウムデータ時代のCADの第一歩は、高速大容量のデータ処理システムの構築から始まると言って良い。

3) 複数のプログラムで構築されるであろうこと

上述のごとく、得られた範囲の解剖学的構造すべてが読影対象となるため、従来のような単一臓器のみを対象としたCADでは不十分である。たとえば胸部なら、肺野病変のスクリーニングに加えて、乳癌スクリーニング、冠状動脈石灰化のスコアリングなどが一連の処理で実行される必要がある。もとのデータが超高分解能、大量であることから、それぞれのプログラムが画像データを共有するなどの工夫により無駄を省き、可能な限り処理速度を上げねばならない。

4) 病変認識は容易になること

等方性ポリウムデータでは、病変の認識自体は従来より容易となると思われる。たとえば、従来の肺ガンスクリーニングで問題となっていた肺尖部の

胸壁近くの病変などは、極薄スライス幅によるpartial volume effect 排除により、等方性ポリウムデータでは問題とならなくなる。また、partial volume effect の排除は、(s/n さえ保たれていれば) CT 値の信頼性向上にもつながり、この面でも病変認識能が向上すると予想される。

5) 三次元的な病変認識手法が必要なこと

従来のCT画像ベースのCADでは、ほとんどの場合、軸位断がその対象とされてきた。等方性ポリウムデータでは、軸位断、冠状断、矢状断が等しい分解能を有するため、これらすべてのプレーンをCADに用いることができる。三軸を複合的に用いるパターン認識により、立体形状からの病変部認識が用いられる可能性がある。

6) ノイズ対策が重要なこと

等方性ポリウムデータにおけるボクセルサイズの減少は、X線フォトン数の減少につながり、画像ノイズは必然的に増加する。前処理としてのノイズ対策が重要となるであろう。

6. おわりに

以上、マルチスライスCTにより可能となりつつある等方性ポリウムデータによる診断とCADの関係について私見を述べた。繰り返しになるが、等方性ポリウムデータへの流れは診断上の必然であって、本稿に述べられた問題は、早ければ1~2年間に顕在化すると予想される。また、当面はCTのみの問題であるが、将来、他分野(MRIなど)においても同様のニーズが発生する可能性は十分あると考えられる。

CADに対する臨床ニーズを火事に例えれば、従来のCADが小火か、あるいは消火訓練であったとすれば、等方性ポリウムデータは初の大火である。等方性ポリウムデータにおけるCADは、初めて臨床家サイドから出された切実な「119番」通報であると言って良い。今まさに、カーテンから壁に火が燃え移ろうとしている状況で、「消防士さん、早く来て！」という臨床家の悲鳴を、CADMの会員の皆様が真摯に受け止めて下さることを願っている。

(等方性ポリウムデータの実際については、
URL:<http://www.fujitahu.ac.jp/~kkatada/index.html>
を参照してください)

マンモグラフィ導入乳がん検診の開始とCAD

遠藤 登喜子*

昨年7月、厚生省は乳がん検診へのマンモグラフィ導入を推奨することを都道府県の老人保健担当者会議にて明らかにしました。その結果、本年度、つまり平成12年度はマンモグラフィ導入乳がん検診元年として記念すべき年となりました。全国各地では、早速マンモグラフィの購入や研修、さらに読影体制の整備が始まっています。

乳がん検診へのマンモグラフィの導入を検討するにあたって、乳癌検診に関与する各団体および研究班では、「精度管理」を強く打ち出し、高画質マンモグラムの実現と、統一された読影法によって高精度の実現をはかっています。精度は、乳癌検診の最終目標「乳癌発生は増加しても乳癌死亡は減少する」を達成するために必須だからです。

マンモグラフィ導入検診では、当然のことですが、大量のマンモグラムの読影が必要になります。既にマンモグラフィ導入検診を実施している宮城や徳島では、需要に見合った読影医の養成に成功しているようですが、日本各地のほとんどがそうではない状態です。また、たとえ読影医が充足していても、検診マンモグラムの読影に慣れないための不安や、さらに今後の受診率の上昇に見合うだけの読影力が充足できるかなど全体としての読影力不足への不安は全国に相当みられます。

わが国でもこうした事態を見通して、マンモグラムCADの開発が行われてきましたが、マンモグラフィ導入が現実となった今、その開発状況はどうでしょうか？CADの開発に関わって来た医師でもあり、マンモグラム読影の精度管理を考える立場にある医師としても、真剣に「役に立つCAD」のことを考えてみたいと思います。

現在、市販されているマンモグラムCADは、1種類です。FDAおよび厚生省の認可を通過して正式に市販されているものです。このCADは乳癌の所見のうち、石灰化とスピキュラをピックアップするよう開発されています。日本では、東京農工大の小畑教室、岐阜大学の藤田教室をはじめとして研究が進んできており、もう、システムを組んでその性能をきちんと評価し、『しかるべき使われ方』を提案すべき時期が来ていると思います。

そこで、私は今『しかるべき使われ方』とその『提案法』について希望を述べたいと思います。

今、医療の現場では、医師と患者の信頼関係にとってインフォームド・コンセント(I・C)が重要であると言われています。しかし、I・Cは、医療の世界に特有・特殊なことではなく、人間関係の基本であると思われます。それでは、機械・システムの供給に関してはどうでしょう？例外ではありえないと思います。

実際に読影にあたる医師や読影システムをコーディネートする立場の方々はCADに精通しているわけではありません。いうなれば、「全くの素人」で、勉強好き・進取の気概に富む方々にとってCADは大変魅力的なシステムです。「機械は疲れず、癌が疑われる部位を抽出して先生に提示します先生はそこに注目してそれが癌であるか否かを判断すれば良いのです。」と、言われれば、飛びつきたくなくなります。しかし、それで、I・Cの要件を満たしているのでしょうか？いいえ！I・Cは不利益な情報も提供して初めて成立するものです。検査の説明でも、該当する検査だけをいくら説明しても、それは十分な説明とは評価されません。それによる不利益(検査による危険性や検査の限界)の説明と、さらに代替検査法の説明も行う事が要求されています。CADの提案もこれに見習わなければ、期待外れ！という評価となり次のシステムの構築を困難にすることに繋がるのではないかと思います。

そのためには、今、システムの客観的な評価法の確立が必要とされています。あまり時間的余裕はありません。共通のデータベースの構築とそれによる評価、各システムにあった正当な使用法の提案、これが今後、CADが医療に受け入れられるかどうかのkeyになるのではないかと、思います。

私も、CADの開発に関与してきた人間として、その責任の一端を負うものと考えています。M側・E側、また施設と企業の壁を越えた共同作業も必要と思います。この重要な時期、新理事として、是非とも皆様の御協力をお願い申し上げます。

* 国立名古屋病院 放射線科 〒460-0001 名古屋市中区三の丸4丁目1番1号

新理事の方のお話

CADと私

田村進一 *

図らずもCADM強化の一環として理事に選出されましたが、限られた時間の中で、十分答えられるだけの活動ができるか、戸惑うところでもあります。

私自身のことを申し上げますと、パターン認識、画像処理の研究をすることで、ここ10年は医用画像処理、手術支援の研究を行って参りました。計算機支援診断(CAD)に関しては、単純X線画像に基づく間質性肺疾患の定量化とCADへの応用を手始めに、肺癌CAD等の研究を行って参りました。これらは、ヒトの視覚の基本機能(受容野特性)に倣ったものであり、ベテラン専門医には劣るものの単独で研修医より優れたROC特性を示すものでした[1]。さらに様々な大きさの腫瘍影に対応すべく、多重解像度機能も取り入れたCADシステムの実験も行ないました[2]。しかしながら、単純形状認識による異常陰影検出を行ったものにとどまっておらず、腫瘍影周辺のスピキュラ特徴などの高次特徴を利用した良悪鑑別を行うには至りませんでした。

従来の画像診断においては、診断画像の写り方と生体構造、病理構造を経験的に対応付けて画像から診断を行うという帰納的手法が使われてきました。これに対して最近我々の教室では有力な人材を得て、生理学的必然性からの規則に基づき肺などの生体構造を生成するとともに、スピキュラ構造を含めた癌や肺気腫などの疾患形態解析と病理モデルの作成を行っています[3,4]。また、これらのモデルからCTなどの診断画像の生成を行っています。これはいわば、analysis by synthesis手法、演繹的手法であり、新しい手法として画像診断、およびCADの定量化、精密化

に貢献するものと思っています。マルチスライスCTに代表される3次元モダリティの登場がこのような研究を支えています。このようなCADにおける病理モデルの利用は新しい研究方向として私自身が期待し、この点からCADとの関わり合いが深まるとと思っています。

CADMは広い範囲をカバーする大規模学会とは一線を画し、計算機支援診断に特化した小規模学会であります。計算機支援診断は単なる医用画像処理、医用画像認識よりも臨床的・専門的色彩が強くなっています。そのため、コンピュータ外科学会など他学会との連携・共催を継続しつつ、専門小規模の特質を生かした活動に微力をつくす所存でございます。ご支援賜れば幸いです。

文献

- [1] Shoji Kido, et al., "Clinical evaluation of pulmonary nodules with single-exposure dual-energy subtraction chest radiography with an iterative noise-reduction algorithm," *Radiology*, Vol. 194, No. 2, pp. 407-412, 1995.
- [2] 澤田晃, 他, "胸部X線画像における肺腫瘍陰影の検出—多重解像度フィルタ, エネルギー差分画像の利用と性能分析", *Med. Imag. Tech.* 第17巻, 1号, pp. 81-91, 1999.
- [3] 北岡裕子, 田村進一, "数理的な病理モデルにもとづいた小型肺癌の3D画像解析方法の開発", *肺癌学会*, 1999.
- [4] 北岡裕子, 他, "肺のVirtual Imaging", *日本医用画像工学会大会*, 0S-9, *Med. Imag. Tech.* vol. 17, No. 4, pp. 393-394, 1999

* : 大阪大学医学系研究科 機能画像診断学研究部 〒565-0871 吹田市山田丘2-2, D11

新理事の方のお話

仁木 登 ※

この度は、理事の重責を頂き、いかに任を果たすべきか、いろいろと考えております。取りあえずは、個人的にCADM学会活動に積極的に参加して学会を活性化(?)することが思いつきます。しかし、日本においても本分野に関連するたくさんの学会があり、これらの学会をたびたびに参加すると同一グループの進呈具合が手に取るように理解できる利点がありますが、何か新鮮さが乏しいことも感じております。それは学会開催のスタイルがどの学会もほぼ同じであり、大きな差異がないことに起因しているのではないのでしょうか。このままでは出張旅費を効率的に活用する方法が必要ではないかと感じたりしております。また、そろそろ学会の生き残りを掛けて、学会の統合もしくは、学会の特徴を出した運営が求められているのではないのでしょうか。厳しいですが刺激的なおもしろい時代となっています。このような観点からもいろいろと議論して運営されることを望んでおります。幸いにして、本学会は規模が小さく、研究課題も絞り込まれており、かつ将来性の高い実用的課題が山積しております。医学者・工学者・企業技術者の協調的推進により、

臨床現場に役立つ新しいデジタル処理技術が創出されるものと期待されます。学会がこのような新技術を創出することをもっと積極的に支援する研究開発環境を与える立場を取ってもよいのではないのでしょうか。現在、TLOなどの機関が構築されています。本学会は特定の研究課題に絞り込んでおり、国内で活躍されている工学者・医学者・企業技術者が網羅的に組織されているのはユニークであり、各々の立場から問題提起して対応運営することも考えられるのではないのでしょうか。少し学会の主旨を偏向しすかねえ。画像診断機器の進歩とともにコンピュータ支援による画像診断はいまや臨床の場では必須となり、このためには今までない研究開発スタイルが求められています。以前から指摘されているように日本ではこのような研究組織の体制が不備であり、この観点からも本学会が積極的に役割を担うことは意義があると感じております。これらに対応する適正規模でかつ優れた人材を有しております。最近、思うところを述べましたが機会があれば議論を頂ければ幸いです。微力ですが貢献できることがあれば発揮したいと思っております。

新理事の方のお話

理事就任にあたって

長谷川純一*

このたび理事に就任いたしました中京大学の長谷川でございます。大役ではありますが、お引き受けした以上は、鳥脇会長をはじめ皆様のご期待に沿うよう本学会の発展に力を尽くす所存です。

この機会に何か話をとのことですので、これまでの私と画像診断支援分野との係わり合いを少し振り返ってみたいと思います。

話しは22年前の1978年に戻ります。その年の6月、私の最初の研究論文が「医用電子と生体工学」に掲載されました。これは、胸部 X 線像から肺野の大まかな形状を自動認識するという内容のものですが、当時の指導教官であった鳥脇先生からは「やっと出たか」と言われるほど不祥の学生でした。

ただ、そんな私でも当時は私なりに夢を持っていて、胸部 X 線写真を完全自動で診断できるシステムができれば、そして、そのシステムがあちこちの病院に入って稼働しているのを見たらどんなに素晴らしいだろうと思っていました。そのためには、ある特定の陰影が異常かどうかを半別できる機能だけではだめで、正常組織も含めた画像全体の理解システムを実現しなければ意味がないと考えていました。そこで、画像中の肺領域や血管領域などを認識する手法や手順の開発に没頭しました。上記の論文もその一つの成果です。最近、その論文を読み返す機会があったのですが、書き出しの部分に当時のかなり意気込んでいる様子が感じられて懐かしかったです。

医用画像のパターン認識に関する研究は、当時すでに米国でいくつか行われていましたが、医用画像はあくまで画像処理手法を開発するための実験材料であって、現場の医師が使えるような実用システムを目指すものではなかったと思います。また、当時の一部の医療関係者からは「最終的な診断はやはり医師がやるんだから、そんな理解システムは要らないよ」といった声も聞かれました（これは現在でも議論が続いていると思います）。こんな状態でしたから、自動診断なんてものは所詮工学屋の勝手な夢で終わるのかも知れないと思ったものです。

ただ、救いはいくつかありました。一つは、自分のやったこ

とが少しづつでも論文になったことです。これは、実際は周囲の先生方のお陰なのですが、とにかく論文が出ることによって、少しでも夢に近づいていることを実感できました。もう一つは、我々工学屋のやることに理解を示し、協力してくれる医療関係者がいつもいてくれたことです。研究には人間同士の信頼関係が大事であると実感したのもその頃です。

時を経て、医用画像処理の研究はいま実用化の段階にさしかかっています。とは言っても、工学屋の夢見る自動診断ではなく、診断支援という形での実用化です。しかし、私は、医師に信頼される診断支援システムの究極が自動診断システムであると考えていますので、診断支援システムの実用化は夢実現のための大きな一歩です。

3次元医用画像の普及とその診断支援も最近の大きな話題の一つです。3次元イメージング装置の発達は、確かに診断情報の大幅な増加をもたらしましたが、反面、読影医は毎日押し寄せる膨大な量の3次元画像に悲鳴を上げています。「診断支援システムが今すぐ欲しい。何とかしてくれ。」これは最近、私が診断医から実際に聞いた言葉ですが、このような発言は、もはや懇親会の席を盛り上げるジョークではなく、医療現場からの切実な叫びだと思います。我々工学の側にいる者はそれに応えなければなりません。それには、この分野の研究者の裾野をもっと広げ、新しい技術とそれを駆使する若い力を結集していく必要があると思いますし、それが本学会の使命の一つであると思っています。

最後に、本学会の会員に限りませんが、画像認識・理解技術に興味を持つ若手研究者に一つだけ言っておきたいことがあります。

技術は統合によって力を持ち、応用によって磨かれます。そうでない技術はひ弱く、わがままになりがちです。画像の認識・理解技術も他の多くの新しい技術と統合し、それを医療分野にもどんどん応用して欲しい。これはつらい仕事ではなく、楽しくわくわくするような仕事です。もちろん、日頃から新しい技術に注意を払い、新しい組合せを考える努力が必要ですが、払うに値する努力だと思います。

*:中京大学 情報科学部 メディア科学科 〒470-0393 豊田市貝津町床立 101

新理事の方のお話

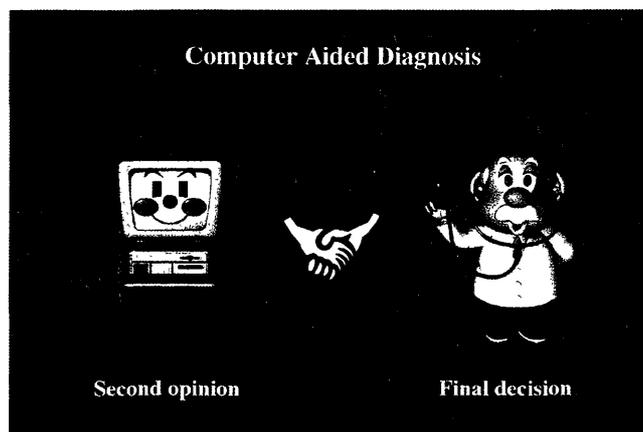
新理事に就任して

藤田 広志 ※

21世紀を目前にして、医療画像診断はついに本格的な「コンピュータ支援診断」

(Computer-aided Diagnosis, CAD)の時代に突入しようとしています。1998年に、米国のベンチャー企業R2テクノロジー社が開発したマンモグラフィ用CAD (Computer-aided Detection) システムが、FDA (食品医薬品局) の認可を得て、歴史的な世界で最初の本格的なCAD製品となりました。その意味で、1998年は米国における“CAD元年”とも呼ばれます。また、今年の1月末には、同社のマンモグラフィCADシステムが本邦における薬事の認可を得ており、その意味では、2000年は本邦における“CAD元年”とも呼べそうです。マンモグラフィにおける支援検出装置がまず先陣を切りましたが、これに続くと期待されているのは、胸部X線写真や胸部ヘリカルX線CTにおけるCADシステムであり、商品化までにはそれほど時間がかからないと予想されます。さらに、少し拡大解釈をすれば、バーチャル内視鏡などもCADソフトウェアであり、すでに多くの企業が商品化しています。特に、マルチスライスCTの出現により、“読影フィルムが津波のように押し寄せてくる”状態となり (CADMニューズレター, No. 28, 縄野 繁先生の原稿)、CADの導入なくしては、とても画像診断ができない時代になりそうです。

1991年12月に先駆的に設立されました本学会は、上記のような時代背景を考えますと、第1章を終える時期になって来たようです。CTやMRIを除く一般画像は、かなりの普及率でデジタル化されて来ています。コンピューテッド・ラジオグラフィ (CR) の普及率は大きくなり、いまはフラットパネル検出器に多大な期待がもたれています。21世紀は、本格的なデジタル画像情報時代であり、撮像機器や診断読影ワークステーションなどに、CADソフトウェアが付加価値として存在して当然となってきます。応用分野も益々裾野を広げてくることは当然と考えられます。来年12月で本学会は満10年となり、来年はまた21世紀の最初の年にも当たります。本学会の第2章の幕開けに相応しい時代になってきましたが、どのような学会にしていくかは、今後の理事会の運営に大きく左右されます。関連した学会がたくさん存在する中で、本学会の特色をどのように出していくかが最も重要な課題です。私も新理事の一人として、微力ながら何らかの貢献をできればと考えております。どうかよろしく願います。



ランダム・ドット・ステレオグラムと胸部 CT 像

高島博嗣*

はじめに

松本 徹先生(放医研)から、CADM Newsletterの「技術交流の輪」の依頼を受け、「勉強してみます。」と答えたものの、ただ漠然とコンピュータ・ビジョンという言葉に興味があっただけでした。2,3の論文を見ると、それらの出発点にあるのが、David Marrの「Vision」という著書で、産業図書から訳本が出ていることを知りました。医学部出身の私には、至る所に理解を超えた記述があるものの、読んでいくにつれて、まさしく眼から鱗が落ちるような思いでした。

視覚の仕組み

人間の眼は外界からの光の量を虹彩で調節し、水晶体で屈折させ網膜に逆さまの像をつくります。網膜では約一億個の桿状細胞と600万個の錐状細胞が光刺激を電気パルスに変換し、視神経を介して脳の視中枢に伝達されます。脳では、特定の信号が着信した時に活性化する神経細胞が存在し、外界の形態や空間および空間的配置に関する情報を人間に提供します。右眼と左眼の網膜には、左右両目の間隔の差だけずれた像が投影され、その視差のある情報を

脳の頭頂連合野で3次元情報として認知していると考えられています。ランダム・ドット・ステレオグラム(RDS)は、それを利用して頭の中に立体画像のイメージを作成し、3次元画像を我々に認知させています。図1にRDSの例を示します。これは、近藤和彦氏の*ホームページにあるソフトウェアを利用しました。*<http://www.kondo3d.com/stereo/jp/>

中心視と周辺視

網膜における桿状細胞と錐状細胞の分布は一様ではなく、黄斑には錐状細胞ばかり密に分布し、周辺部は桿状細胞の割合が多く辺縁部には錐状細胞は存在していません。桿状細胞は色覚の情報を持っていませんが、光感覚は錐状細胞よりも格段に高い性能をもっています。中心視よりも周辺視のほうが、光を感じる感覚については、敏感でと言えます。森(札幌厚生病院)がCADM NewsLetter No21で指摘していましたが、「肺癌の陰影を周辺視で見つける事がある。」という事実と関係があると思われます。まず周辺視で光に対して敏感な桿状細胞が腫瘤影の存在を感じ、瞬時に視点を動かし中心視で腫瘤影を捕らえるという構図が考えられます。視点を動かす

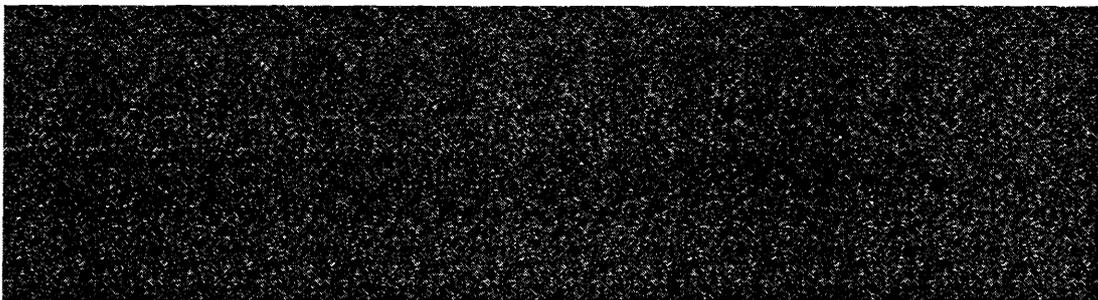


図1 ランダム・ドット・ステレオグラム、「CADM」の4文字を立体表示に表示

※：南一条病院 呼吸器内科 〒060-0061 札幌市中央区南1条西13丁目

行為自体も陰影の輪郭を求めるのに有利に働いています。

視覚の分析

マーは『ビジョン』で「視野の各点において画像を分析するのに、大きさの異なる4種類のフィルターが存在している。」「小さいほうからN,S,T,Uと名付けられ、受容野の小さな2つのフィルタは、ゆっくりとした変化に応答し、受容野の大きなフィルタは速い変化によく応答する。」と述べています。本来の視覚の目的が外界の敵に対する防衛の道具であると仮定すると、最初に外界から迫る対象物に反応し、次にそれが何であるかを詳細に分析して敵を認識しています。これらの大きさの違うフィルターによって、我々は、輪郭やテクスチャなどの内部構造の基礎になる情報を得ています。恐らく大きさの異なるフィルターで処理した画像を半透明なレイヤーの上のせ、輪郭部分は大きなフィルターによる画像を採用、詳細部分は小さなフィルターによる画像を採用するなどして、一つの画像に統合して物体を認識していると思われます。図2に肺癌のCT像(512画素x512画素;8ビット)を3, 6, 12画素のGaussian Filterで前処理し、それぞれ3x3, 6x6, 12x12のLaplacian Filterで畳み込んだ画像を表示します。このフィルターの大きさが、CT画像を読影している時のフィルターの大きさに相当しているかどうかは分かりませんが、大きなフィルターで輪郭部分を小さなフィルターで詳細部分を抽出しています。

まとめ

RDSを眺めて、CADMの文字を解読するためには、眼から入った情報を脳で整理し、立体的に脳で再構成しています。同様に、胸部CT像も何枚ものCT像を重ね合わせるだけでなく、4種類のフィルターを駆使して様々な情報を整理して脳に人体の立体模型を構成しているのではないのでしょうか？ Devid Marrの「ビジョナー視覚の計算理論と脳内表現一」を読んで、画像認識という観点から記載してみました。この文章が「画像認識」キャッチボールの材料の一つになってくれることを期待します。

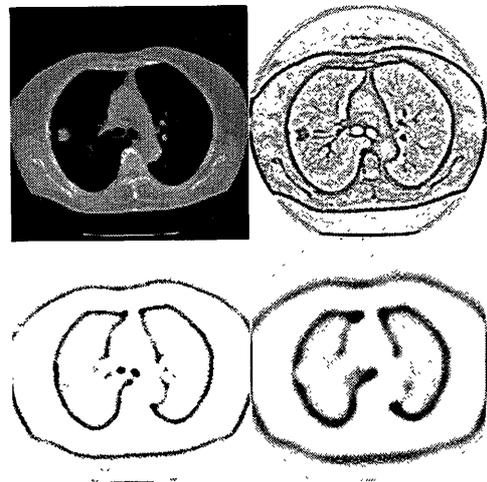


図2 胸部CT像と ∇^2G で畳み込んだ画像

謝辞

私達が、生まれた時から備わっている視覚という機能を論理的に分析することが重要であるということ、眼から得た情報が脳で認識されているという当たり前の事実をもう一度考え直す良い機会となりました。このような機会を与えて下さった松本 徹先生(放医研)、武尾英哉氏(フジフィルム)ほか CADM NewsLetter 編集委員の皆様へ感謝します。

文献

- David, Marr. 1979. 乾 敏郎・安藤広志訳『ビジョナー視覚の計算理論と脳内表現一』産業図書, 1987.
- 池田光男、視覚の心理物理学、森北出版株式会社、1975年
- 田村秀行監修、コンピュータ画像処理入門、総研出版、1985年
- 長尾 真、画像認識論、コロナ社、1983年

腹部臓器個別認識と診断支援への挑戦・縄野提案に思う・

長谷川純一*

本誌28号に、『読影フィルムが津波のように押し寄せてくる』という刺激的なタイトルの文章が縄野先生から投稿されました。その中で、先生は次のような提案をされています。

「CT 像による腹部臓器抽出と腹部臓器がんのCAD 研究に着手すべき時期にきている。数症例提供するから、手始めに肝臓の抽出および原発性肝臓がんの検出から始めてはどうか。3年後に自動抽出性能のコンテストを行い、最優秀者を表彰する」

大変興味深く、提案書としても実に明快な内容です。コンテストというアイデアも面白いと思います。この内容に対して、編集委員会から、技術的なコメントを依頼されましたので、少し書かせていただきます。

縄野先生も言われるように、これまで確かに、3次元 CT 像からの腹部臓器抽出(セグメンテーション)は敬遠されてきました。技術的な理由はいくつか考えられます。

一つは、体軸方向の解像度が他の方向に比べて粗いため、3次元画像処理手法が適用しにくかったことがあげられます。しかし、これはもはやヘリカルCT やマルチスライス CT の登場で過去の問題となつつあります。縄野先生の提案もこのような状況をにらんでのことと思います。

もう一つは、腹部臓器の組織が互いに類似した CT 値を持つため、CT 値による単純なしきい値処理で各臓器領域を区別するには限界があることです。造影剤などの利用も考えられますが、患者の負担や手間の多さを考えれば非造影が望ましいのは言うまでもありません。そこで考えられるのが、抽出対象の形状や配置関係をモデル化し、それを用いて抽出精度を向上させることです。確かに、この方法は脳領域や肺領域など、それ自身の形状や位置があまり変化しない対象には有効で、これまでもいくつかの試みがあります[1]。しかし、腹部臓器は、形状や位置が姿勢や個人差によってかなりばらつくと考えられますから、適用はそう簡単ではありません。おそらく、かなり自由度の高い変形モデルおよび相対位置関係モデルの開発、それを個々の対象に確実にマッチングさせる頑健な手法の開発などが必要になるでしょう。また、解剖学的知識の利用、同一被験者の過去の処理結果の利用、大局マッチングと詳細マッチングの組み合わせ、なども当然考えられます。これらは工学的には非常に面白い問題ばかりです。なお、モデル化技術全般の詳しい解説が、文献[1]の7.4節にあります。

また、各臓器領域の自動識別が難しい場合には、可視化技術の利用も考えられます。

とくに、ボリュームレンダリング手法は濃淡画像中の各成分をあらかじめ識別しておく必要がない表示法

*: 中京大学 情報科学部 メディア科学科 〒470-0393 豊田市貝津町床立 101

なので、腹部臓器などには有効かもしれません。

ところで、3次元腹部 CT 像の処理に関する研究はすでにいくつか報告されていますが、抽出対象が胃領域に限定されているものが多く[2, 3]、腹部臓器全体を認識対象にしたものは、私の知る限り、豊橋技術科学大学の金子研究室の報告[4]が唯一のもです。ただしそこでは、モルフォロジ演算を用いて、大腸と小腸を除く12種類の臓器を一つの領域として抽出するのみで、個々の臓器認識はまだできていません。しかし、これにモデルベースの手法を組み合わせれば、面白い結果が期待できそうです。この他では、臓器認識に解剖学的知識を利用した例[5]、3次元画像の観察支援ツールの例[6]などが参考になるかも知れません。

昨年11月、CADM大会の懇親会の席上、ある放射線医の先生から、「3次元画像の読影現場はもう火がついている。診断支援システムが今すぐ欲しい。何とかしてくれ」と言われました。そして今回、縄野先生からも、「読影フィルムが津波のように押し寄せてくる。我々を助けてくれ」と言われてしまいました。読んでも読んでも読みきれない読影現場の深刻な状態を再認識するとともに、我々工学屋にかかる責任の重さを痛感しています。そして、縄野先生の今回の提案をきっかけに、腹部臓器自動認識の研究にチャレンジする人が増えることを期待します。

参考文献

- 1) 鳥脇純一郎：“X 線像のコンピュータ支援診断—研究動向と課題”、電子情報通信学会論文誌(D-II)、J83-D-II、1、pp.3-26 (Jan. 2000)
- 2) 渡辺恵人、長谷川純一、目加田慶人、森健策、縄野繁：“3次元腹部 X 線 CT 像からの胃壁ひだ領域自動抽出法の比較検討”、電子情報通信学会医用画像研究会資料、MI99-50 (Jan. 2000)
- 3) 森 健策、櫛田晃弘、長谷川純一、末永康仁、鳥脇純一郎、片田和廣：“3次元医用画像の変形に基づく管腔臓器の仮想展開像の作成と胃X線CT像への応用”、電子情報通信学会論文誌(D-II)、J83-D-II、1、pp.351-361 (Jan. 2000)
- 4) 顧力翔、金子豊久：“3次元モルフォロジによる腹部臓器領域の抽出法”、電子情報通信学会論文誌(D-II)、J82-D-II、9、pp.1411-1419 (Sep. 1999)
- 5) 吉田裕一、森 健策、長谷川純一、鳥脇純一郎、安野泰史、片田和廣、森 雅樹、高島博嗣、名取博：“複数の知識モデルの利用による仮想化内視鏡システムの気管支枝名自動生成手順の改善”、電子情報通信学会パターン認識・メディア理解研究会資料、PRMU99-242 (Feb. 2000)
- 6) 石川貴洋、森 健策、長谷川純一、鳥脇純一郎：“医用3次元濃淡画像の観察と診断のための次元シームレスな支援環境について”、医用電子と生体工学、38、1、pp.10-19(Mar. 2000)

コンピュータ支援画像診断(CAD)の実用化に向けて

飯沼 武※

今回は本誌編集者より何かエッセイを書くようにとのご依頼を受けました。実は筆者は2000年3月をもって埼玉工業大学を定年退職し、放射線医学総合研究所の特別研究員となりました。宜しくお話しします。

さて、何を書かせてもらおうかと考えたのですが、定年退職の身では最先端のCAD技術について行ける筈もなく、技術的な問題で皆様のご参考になるようなことは書けそうもありません。そこで標題のようなテーマで小生が今、感じていることをお話しして皆様の検討の材料として頂ければ幸いです。

まず、1998年は筆者が大会長としてCADM大会を東京大学で開催したことは記憶されていると思います。その時の最大のインパクトはR2 TechnologyのImage CheckerがFDAの申請を通ったという事実でした。この装置はCADの実用化装置としては世界で始めてのものです。私はこれは大変重要なことであると思ひ、パネル討論会には当時の厚生省医療機器審査課におられた俵木氏に参加をお願いしました。これがCAD実用化の日本における第一歩であったと思います。このImage Checkerは厚生省の薬事審議会の審査を終えて市販されたようです。厚生省でこのタイプの装置が認可されたのは初めてです。

1) 癌検診とCAD

日本においてCADが大きな期待をもって見られていること理由は我が国が世界の中で最も熱心に癌検診をやっているからです。1998年までは老人保健法のもとでの国の補助事業として胃癌、子宮癌、肺癌、乳癌および大腸癌の5種の癌が検診の対象となっていました。その後、癌検診の費用が一般財源化され、その熱意は少し冷めた感はありませんが、それでもこれだけの癌検診を公的な事業として実施しているのは我が国だけです。

その内、CADと関係が深いのが乳癌と肺癌です。これらの癌はいずれも厚生省久道班の癌検診の有効性に関する報告書で問題ありとされたものですが、乳癌に関しては2000年度よりマンモグラフィの導入が決まっております。また、肺癌に関してはラセンCTによる検診が研究的に実施されております。とくに乳癌の一次検診用として使われるスクリーニング・マンモグラフィのCADには大いに注目が集まっています。前述のR2のImageCheckerはマンモグラフィ用であります。マンモグラフィ用のCADは我が国でも小畑先生、鳥脇先生や仁木先生のグループで研究されており、その性能はImage Checkerに勝るとも劣らないと思われまふ。勿論、シカゴ大学の土井邦雄先生のグループの仕事も有名です。Image Checkerの基礎技術は土井先生達の仕事から来ているとのこととす。

次に肺癌検診ですが、現行の検診で利用されている間接胸部X線写真のCADの研究は鳥脇先生のグループが長年にわたって続けてきましたし、アメリカでも多くの研究がなされましたが、結局実用化出来ませんでした。単純X線写真は3次元の人体を2次元のフィルムに投影するので重なりが多く、計算機での解析は極めて困難であると考えられます。一方、ラセンCTによる肺癌のCADの研究は我が国の独壇場であり、山本先生、仁木先生や鳥脇先生のグループを中心に熱心に進められています。CTの場合は2次元人体をそのまま画像としますので、重なりがなく、CADの応用に適していると思われまふ。最近の成績を見ると、その診断能はある程度の読み過ぎを許容すれば専門家のレベルの達していると思われまふ。筆者の私見では実用化の可能性は近いと感じていまふ。

2) 検診システムへのCADの組み込み

さて、CADの性能がある程度のレベルの達したら、どのように検診システムに組み込んだらよいかについて私見を述べてみます。まず、画像をスクリーニング検査とする癌検診は二重読影を原則としています。すなわち、二人の独立の読影医が必要です。そこでCADを一人の医師の代りに利用しようというのが筆者らの考えです。この場合にも2つの使い方が考えられます。一つはCADシステムが最初に読影し、異常な画像だけを抽出し、それを医師が読影するというものです。これは医師の読む画像の量が減って省力化につながりますが、CADによる第一読影で見逃した癌に対する責任問題が残ります。筆者の個人的な考えでは専門医と言えども100%の正診は有り得ないわけですから、CADの性能が良くなって専門医を凌駕する程になれば、どこかの時点でCADに任せる時は来るはずだと思っておりますが、現時点では時期尚早でしょう。しかし、将来の目標はこのやり方であると信じています。何故なら、省力化とコスト削減になるからです。

第二の使い方はCADが最初に読影するのですが、全ての画像を医師が再び読影するというものです。この場合はCADが指摘した異常陰影を参考にして医師が最終的な判定をするものです。この方式ですと省力化にはなりません、責任問題は生じてきません。勿論、この場合でもCADの性能が相当程度良くなっていないと第二読影の医師に大きな負担をかけ、総合的な診断精度を落とす可能性もあり得ます。そこで今後やるべきことはCADシステムの感度と特異度を正確に測定し、さらに実際に検診の場で試用してCADと医師を組み合わせた診断精度や使い勝手などを試してみたらどうかと考えています。

3)実用化にむけての方針

筆者の私見ではスクリーニング用のマンモグラフィとラセンCTのCADの診断精度はすでに専門家のレベルに達していると考えます。そこでできるだけ早く実際の検診システムに組み込んで、医師による二重読影とCAD+医師システムを並列に走らせる実験をスタートしてもよいのではないかと思います。とくに、

乳癌は本年からスクリーニング・マンモグラフィが検診の場に導入されるので、是非、どこかで実験を開始して頂きたいものであります。これが成功すればコストの低減と性能の維持が両立できる新しい癌検診が日本で世界に先駆けて可能になることとなります。

学会研究会情報

□研究会名 : 5th International Workshop on Digital Mammography IWDM-2000

(デジタルマンモのワークショップ)

開催日 : 2000年6月11日～14日

開催場所 : カナダ トロント

詳細 : <http://www.sunnybrook.on.ca/iwdm2000/>

事務局だより

・学会の協賛関係

学会名 : 第19回日本医用画像工学会大会
会期 : 2000年8月3日(木)~5日(土)
会場 : 大阪大学銀杏会館(大阪大学吹田キャンパス内)
大会長 : 稲邑 清也
連絡先 : 日本医用画像工学会 第19回大会事務局
〒170-0013 東京都豊島区池袋 2-9-7 テキスコビル5F
(有) デジタルプレス内

学会名 : 3次元画像コンファレンス 2000
会期 : 2000年7月5日(水)~6日(木)
会場 : 工学院大学 新宿校舎 (JR 新宿駅西口徒歩5分)
講演申込締切 : 2000年2月29日(火) 必着
申込先 : 〒169-0073 東京都新宿区百人町 2-16-13
(問合せ先) (株)精機通信社気付「3次元画像コンファレンス 2000 実行委員会」
Tel 03-3367-0571, Fax 03-3368-1519
WWWページ (<http://www.ecs.cst.nihon-u.ac.jp/3dconf/>)

・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
178	西村 恒彦	京都府立医科大学付属病院
179	芦澤 和人	長崎大学医学部放射線医学教室
180	島田 哲雄	生物系 福本研究室
181	小林 富士男	福山大学
s-014	尾崎 誠	福山大学工学部情報処理工学科

(2) 次の方が退会されました。

松林 隆

(3) 会員の現況 (2000年 3月24日現在)

賛助会員	4社4口
正会員	148名
学生会員	6名
	<hr/>
	158

※ お願い： 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。

コンピュータ支援画像診断学会(CADM) 第10回学術講演会論文募集

下記によりCADM第10回学術講演会を、昨年と同様に日本コンピュータ外科学会(CAS)と合同開催の形で開催致します。今回の学術講演においては、以下のような企画を予定しています。

- (1) 特別講演
- (2) シンポジウム
- (3) デモセッション
- (4) 一般講演

但し、(1)(2)についてはCASとの合同特別企画になる可能性があり、(3)が実現するかどうかは会場の都合によります。CAS側と打ち合わせて決まり次第、詳細を別便でお知らせします。

記

期 日: 平成12年10月30日(月)、31日(火)
午前9時から午後5時30分まで
会 場: 東京工業大学 大岡山キャンパス
東京都目黒区大岡山2-12-1
(最寄駅:東急目蒲線 / 大井町線 大岡山駅)
懇親会: 平成12年10月30日(月)
(会場:東京工業大学 大岡山キャンパス内)

大会長: 松本 徹 (放射線医学総合研究所 高度診断機能研究ステーション)

合同開催: 第9回日本コンピュータ外科学会大会

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。今回は特別の用紙を用意しませんので、以下のことをお守り下さい。(昨年の原稿用紙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にしますので、黒を使用し、ワードプロセッサにより作製して下さい。最初のページは、タイトル、著者(講演者には○印)、所属、英文KeyWords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、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、10ポイント(14Q)とし、上下に各30mm、左右25mmのマージンをとって下さい。

投稿方法: 1) 上記原稿
2) その原寸大コピー2部
3) 論文題目、著者、所属、連絡先を書いた用紙1)~3)をまとめて下記送付先までお送り下さい。

投稿期限: 平成10年8月15日(火)必着

<原稿送付先および問い合わせ先>

〒263-8555
千葉市稲毛区穴川4-9-1
放射線医学総合研究所 高度診断機能研究ステーション
松本 徹 (または事務連絡者: 北島美紀代)
Tel: 043-206-3240, Fax: 043-206-3244
E-mail: matsu@nirs.go.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 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います。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為に刊行される。

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ス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>

研究論文：JCADM97001

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)

解説論文：JCADM97002

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)

研究論文：JCADM98001

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)

研究論文：JCADM98002

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)

研究論文：JCADM98003

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)

研究論文：JCADM98004

A Method for Automatic Detection of Spicules in Mammograms
(Hao HIANG, Wilson TIU, Shinji YAMAMOTO, Shun-ichi IISAKU)

研究論文：JCADM99001

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)

研究論文：JCADM99002

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)

研究論文：JCADM99003

Discrimination of malignant and benign microcalcification clusters on mammograms
(Ryohei NAKAYAMA, Yoshikazu UCHIYAMA, Koji YAMAMOTO, Ryoji WATANABE, Kiyoshi NANBA,
Kakuya KITAGAWA, and Kan TAKADA)

～目次～

特集1 第9回コンピュータ支援画像診断学会大会 合同特別講演より

「21世紀の画像診断—機能・代謝画像から分子画像へ—」

西村 恒彦 (京都府立医科大学 放射線医学教室) 2

特集2 第9回コンピュータ支援画像診断学会大会シンポジウムより

「医療情報の可視化と手術戦略」

井関 洋 (東京女子医科大学 脳神経センター 脳神経外科) 4

「サイバーナイフ治療」

井上 武宏 (大阪大学大学院 医学系研究科 集学放射線治療研究部) 6

「MRI環境下のロボット技術」

鎮西 清行 (工業技術院機械技術研究所) 8

「マルチスライスCTとCAD」

片田 和廣 (藤田保健衛生大学 衛生学部) 10

特集3 新理事の方のお話

「マンモグラフィ導入乳がん検診の開始とCAD」

遠藤 登喜子 (国立名古屋病院 放射線科) 13

「CADと私」

田村 進一 (大阪大学医学系研究科 機能画像診断学研究部) 14

「新理事のお話」

仁木 登 (徳島大学 工学部 光応用工学科) 15

「理事就任にあたって」

長谷川 純一 (中京大学 情報科学部 メディア科学科) 16

「新理事に就任して」

藤田 広志 (岐阜大学 工学部 応用情報学科) 17

技術交流の輪1 「ランダム・ドット・ステレオグラムと胸部CT像」

高島 博嗣 (南一条病院 呼吸器内科) 18

技術交流の輪2 「腹部臓器個別認識と診断支援への挑戦 — 縄野提案に思う — 」

長谷川 純一 (中京大学 情報科学部 メディア科学科) 20

こらむ「コンピュータ支援画像診断(CAD)の実用化に向けて」

飯沼 武 (放射線医学総合研究所) 22

学会研究会情報 23

事務局だより 24

学術講演会 26

CADM News Letter

発行日 平成12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>

〒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科 小畑研究室内