

# CADDM

Computer Aided Diagnosis of Medical Images

# NewsLetter



コンピュータ支援画像診断学会

2005.9

**No.45**

## 会長就任にあたって

長谷川純一\*

このたび、小畑秀文先生の後任として会長に就任いたしました長谷川でございます。微力ながら、本学会の発展に努めてまいりたいと存じますので、よろしく願いいたします。

本学会は、1991年12月に発足して以来、年次大会の開催、電子論文誌の発行、ニューズレターの発刊などを通して、コンピュータ支援診断(CAD)分野の発展に貢献してまいりました。年次大会は、1994年の第4回大会からコンピュータ外科学会(CAS)と合同開催の形をとるようになり、現在では、診断と治療のコンピュータ支援技術に関する総合的な研究発表・交流の場として定着しています。また、1997年から始めた電子論文誌は、論文投稿から掲載までの期間短縮をねらった当時としては新しい試みでありました。この電子論文誌は2004年度からJ-STAGE上で公開されております。さらに、CAD研究の基礎となる各種医用画像データベースの作成・配布、若手研究者の育成・奨励を目的した各種臓器抽出アルゴリズムコンテストの実施など、次の時代を見据えた新しい試みも積極的に進めております。一方、研究面においても、2次元・3次元画像からの正常臓器や異常陰影認識手法の開発、3次元情報の可視化手法の開発、大規模な評価実験に基づく各手法の高度化、さらには、CADのシステム化・実用化へ向けた諸問題の検討など、レベルの高い研究成果を世に送り出してきました。とくに、最近では肝臓などを中心にした腹部CADの研究で

多くの成果が得られております。会員諸氏のこれまでのご協力を敬意を表するとともに、歴代役員の方々のご努力に感謝申し上げます。

さて、このたびの会長就任に臨み、本学会のために私が取り組みたいことは、会員数の増加、大会演題数の増加、そして、論文投稿数の増加の3点であります。会員数については、現在の約170名から当面の目標として200名の大台を目指したいと考えております。とくに、将来この分野を背負って立つ若手会員の獲得が重要であると思いますので、会員諸氏には周囲におられる若手研究者および大学院生に本会への入会を強く勧めていただきたいと思います。例えば、各会員が毎年周囲の若手2名に声をかけていただく—これだけでも効果は大きいのではないのでしょうか。次に、大会演題数の増加も重要な課題です。このところの演題数は毎回約30件と、ほぼ一定の件数を維持しておりますが、合同開催相手であるCASの演題数とのバランスを考えますと、CADM側の演題数にさらなる増加が望まれます。もちろん、これは上で述べた会員数の増加なくしては解決できない部分もありますが、イベント形式の演題募集、発表奨励賞の新設、関係学会・研究会との合同セッションの誘致など、大会運営上の工夫で改善できる部分もあると思います。このあたりは、大会長をはじめ関係役員と協議して可能な限り努力していきたいと考えています。最後の論文投稿数については、改めて会員のお一人おひとりにご協力を

\*中京大学生命システム工学部 〒470-0393 豊田市貝津町床立101

お願いしたいと存じます。本学会の論文誌は、迅速な査読と速やかな掲載という時間的な利点もさることながら、査読者の充実という点でも他の関係学会の論文誌にひけを取りません。また本論文誌に投稿をされていない会員の方々には、ぜひこの機会に積極的にご投稿いただき、本論文誌の良さを実感していただきたいと思っております。また、先日の論文誌編集委員会では、論文募集のための新しい企画・提案をしていくことが話し合われました。コンテスト特集論文の募集はある程度成功しておりますから、この経験をもとに、テーマ別の特集論文や解説論文などの企画が期待されます。また、別途発行されているニューズレターには毎回質の高い解説記事が発表されておりますので、こちらとの連携も考えていきたいと思っております。以上の取り組みの一つひとつは小さなことかも知れませんが、総合的に進めることによって、学会全体の魅力を少しでも向上させることができると考えております。

近年、臨床現場の声に押され、CAD システム実用化の流れが加速しています。これは、研究成果を市民へ還元する意味で、我々CAD 研究者にとって極めて重大な目標です。しかし、それらのシステムをさらに次の段階へと発展させるには、新しい技術や今までにない方法を絶え間なく作り出していくことも重要な課題です。本学会は小規模ながらもその両方を推進できる数少ない専門家集団であると思っております。会員諸氏のさらなるご奮闘とご協力をお願いし、簡単ですが、会長就任のご挨拶とさせていただきます。



## 新副会長に就任して

### －CAD新時代，そして論文編集委員会から－

藤田 広志\*

#### CAD新時代への突入

昨年12月の総会で、長谷川純一先生が新会長に就任したことに伴い、その後を受けて副会長・論文編集委員長の任を拝命いたしました。どうかよろしく願いいたします。

本会の創設当時（1991年）から会員になっていますが、もう15年にも達しようとしており、月日が経つのが早く感じられます。この当時にCADの名の付く学会が世界に先駆けて設立されたのは、実に関係者の先見の明があったと、いまの時点で感心するばかりです。この間、実験機、試験機からついには実用機の出現があり、CADおよびそれを取り巻く環境も大きく変化してきています。まず、CADの進化の状況を概観します。

最初のCAD商用機が世に出たのは1998年で、米国のベンチャー企業 R2 Technology 社（以下、R2社）がFDA（米食品医薬品局）の認可を得て、検診用マンモグラフィCADを商品化した年であり、この年を”CAD元年”と呼ぶこともあります。2001年4月からは、このマンモグラフィCADに対して、保険の適用が始まり、これを契機としてマンモグラフィCADの売れ行きがブレークする原因となっています（R2社のマンモグラフィCADは全世界で2000台に達しようとしているそうです）。2002年には、デジタルマンモグラフィCADとして、FDA認可が取得されています。現在では、さらに iCAD 社（2002年）と Kodak 社（2004年）のマンモグラフィCADがFDAの認可を取得しています。また、富士写真フィルムのマンモグラフィCADは、現在、欧州で販売されており、和製CADの最初の外国販売機であると思います。薬事承認のCAD製品としては、2000年2月にR2社の輸入版マンモグラフィCAD（フィルムデジタイズ用）がありますが、種々の理由で、輸入販売の会社は撤退しています。しかし、その後、2003年末に、GE横河メディカル社のデジタルマンモグラフィ用のCAD（R2社のもの）が薬事承認を得て、販売されるようになっていきます（唯一の薬事承認CAD）。米国では、かなりのデジタルマンモグラフィ撮影装置は、CADと一緒に売られていると聞きます。

---

\*岐阜大学大学院医学系研究科再生医科学専攻知能イメージ情報分野

〒501-1194 岐阜市柳戸 1-1

もう一つのCADの実用化領域は、胸部画像診断の領域です。胸部単純X線写真のソフトウェア陰影検出のCADシステムが、2001年に米国のFDAの承認を得て実用化されています。これは、米国のベンチャー企業 Deus Technologies 社（現 Riverain Medical 社）による商品です。2003年4月には、本邦において三菱スペース・ソフトウェアでも同様なCADシステムの商品化に成功しています。同社では、2001年から胸部X線診断支援ソフトウェアとして、経時差分処理によるCADを本邦で販売をしており、最近では富士写真フイルムがこれに続いています。一方、胸部CT画像において世界で最初に商品化された肺がん検診用CADシステムは、本邦における限定された商品化ですが、2003年4月に日立メディコから商品が発表されています。同社は、気管支CAD、肺気腫計測、体脂肪率計測の機能も開発しています。また、同年末には肺がん検診用CTでは世界初のFDA認可のCADシステムとして、Siemens 社から商品（自動検出というより検出支援機能のようです）が発表されています。2004年7月には、R2社がImageChecker CTの商品名で自動検出としてのFDA承認を取得しており、フィリップス、GE、富士通、東芝メディカルシステムズなどでも同様のCADを開発中で、この肺がんCTのCADの分野も競争が激化しつつあります。

大腸ポリープを自動検出するタイプのCADの製品化も進んでおり、少なくとも6社が開発中です。MedicSight 社からの Colon CAR (computer-assisted Reader) という商品は、本来のCADではなく、画像解析ソフトウェアツールの位置づけで、2004年10月にFDAの承認を得ています。なお、この企業からは、冠状石灰化のCARもFDA認可を得ています。

上記のように、CADが複数の画像診断領域で実用化が始まっています。また、我が国でも、大型のCAD予算が獲得されるようになって来ました。平成15年度に4年間の計画（計約7億円）でスタートした文部科学省の科学研究費補助金の特定領域研究プロジェクト（多次元医用画像の知的診断支援、領域代表者：東京農工大・小畑教授）はその代表例です。これは次世代のCADシステム開発を目指したものであり、多臓器・多疾病を対象としたシステムの実現を目指すものです。さらに、平成16年度に5年間の計画で発足した文部科学省の知的クラスター創成事業の岐阜・大垣地域の「ロボティック先端医療クラスター」（約5億円/年）と呼ばれる大型プロジェクトでも、CADが取り扱われています。

このようにCAD新時代が到来しています。本学会は、これまでのようにCAD研究に主眼をおいた学術団体であるだけでなく、わが国における産官学のCAD研究の戦略の検討、社会にどうCADを普及させていくかなど、CAD新時代に即した取り組みが求められています。ときには、関連学会との連携も必要になるかも知れません。本稿では、紙数の関係もあり今回は具体的な内容の議論はしませんが、会員が期待する本学会への要望があれば、是非とも遠慮なくお知らせください。

## 論文編集委員会から

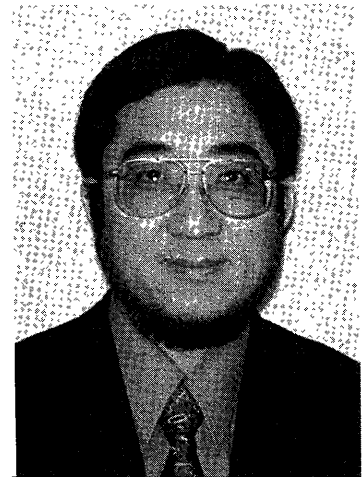
今回の私の原稿の主旨は、むしろこちらにあります。本学会の特徴の一つは、ウェブ

上におけるデジタル出版であり、学会設立当初では国産初ではなかったでしょうか？投稿から掲載までの期間は2カ月程度で、アナログ会誌（紙出版）では到底、成し得なかった技術です。ようやく最近では、出版費用の問題や、ディストリビューションの大きさなどの理由で、ネットを利用した電子出版化が各種学会で検討されるようになってきました。本学会では、昨年から J-STAGE（科学技術情報発信・流通総合システム）を利用して、ますます便利になって来ました。この J-STAGE を利用する団体は確実に増えており、和製のインパクトファクタ算出も可能になりつつあります。

最近の編集委員会では、論文投稿の啓蒙活動、解説記事の掲載戦略、NewsLetter との連携（興味ある内容をピックアップして、会誌用に投稿いただく）、学生の卒業論文、修士論文特集の企画、CADM 大会における推薦論文のシステム化などについて活発な議論を行いました。さらに本誌の活性化のためのアイデアがありましたら、論文編集委員会までお寄せください（[cadm-paper@suenaga.cse.nagoya-u.ac.jp](mailto:cadm-paper@suenaga.cse.nagoya-u.ac.jp)）。やる気満々の若手の編集委員が少し手持ち無沙汰気味ですので、会員の皆様、どうか委員を少し困らせてください！

皆様からのたくさんのご投稿をお待ちしております。

(2005. 8. 5)



## 「ロボティクス外科の体系的開発と画像診断支援技術の連携」

### 画像診断支援システムに対する一私見

尾辻 秀章

CAD を分類すると、完全自動診断システムと、医師の判断補助を行う診断支援システムとに分けられる。大学病院などの大規模病院で多数の診断医を雇用出来る場合は、各領域の専門家を集めて、それぞれの専門領域のみの診断を分担することが出来るであろうが、日本の医療の現実を考えれば、そのような恵まれた状況は稀であり、大多数の施設では、必ずしも専門とは言えない領域の診断まで、少数の医師が行っているのが大半である。それだけに、完全自動診断システムが完成すれば、それが自分の非専門領域であれば、診断医は「助かった！」と思う反面、将来の自分の地位に不安を抱くことになるであろう。しかし、現状では、完全自動診断システムは実現困難であるとの見方が多い。診断支援システムであれば、医師の最終判断を必要とされるので、診断医は失業の不安は軽減されるであろう。

#### ・診断支援CAD

CADを診断支援システムとして考えると、多少FP(Faulse Positive)が多くとも、拾い落としを減らした方が良いとする考え方と、TP(True Positive)を犠牲にしても、大幅にFPを減少させる方が良いとする考え方がある。残念ながら、筆者自身はCADと呼ばれるシステムを利用したことがないので、いずれの考え方がより実用的であるかの判断は出来ないが、本学会での縄野らの検討(2003年第13会CADM大会)によれば、TPを多少犠牲にしても大幅なFP低減を行った方がよいと結論づけている。読み落としのないレポートシステムを作成し、運用している経験からは、同意出来る結論ではあるが、自分の不得意分野であれば、候補陰影を全て拾い上げてくれるシステムの方が、安心出来るような気がする。これは、多分、診断医により、得意分野か不得意分野かにより、変わるように思われる。実際に現場に導入され、多数の医師が使用することにより、自然に淘汰されてくるようにも思われる。たとえれば、パソコンの分野ではWindowsが圧倒的シェアを得ているが、MacintoshやUnixを使っている人がいるようなものと思われる。開発する側から見ても、唯一絶対の診断論理が確立されているとも思えないし、同一施設でも医師により考え方が異なるであろうし、同一医師でも分野により対応の仕方が異なると思われる。習熟度により異なってくるかも知れない。それ故に、FPとTPの割合を、ユーザーが可変出来るシステムを構築する必要があるのだろう。世に広く普及しているソフトで、文章を書いたり、スライドを作成したりする場合にも、仕上がりは同じでも、各人各様のやり方で到達しているのと同じように、柔軟な運用が出来るシステムが望まれる。

医師の診断法とは異なるCAD独自の診断基準は存在しえると考え。しかし、全てを数理的に割り切れるのか？と言う疑念は、正直に言って残る。医師の診断法が唯一絶対のものではなからうし、医師の間でも診断過程が異なることもあるだろう。だから、CAD独自の診断基準を用いても良いと思われる。放射線領域では、“Gamut”と言うある所見が得られたときに考えられる疾患を、一覧表にした書物がある。多分、CADでも似たような考え方を導入することになるのであろうが、このGamut式読影法の最大の限界は、拾い上げた所見が間違っていれば、診断が全く見当違いのものになることである。

### ・学習機能付知識データベース型CAD

次にCADに望むのは、単なる病変指摘マシンではなく、ワープロ辞書のような学習機能付きマシンを望みたい。確定診断の情報を入力すれば、その次からは、CADの診断結果にその情報が反映され、知識データベースが自然に構築されていくものが望ましい。過去の特徴的画像の一覧が出てきて、改めて医師もCADも所見の見直しが出来るようなシステムであって欲しい。医師がそのCADを使うことにより進化出来るソフト、使い込めば、使い込む程に便利になるシステムであって欲しい。単なる自動診断ではなく、使い込めば使い込むほどに、解剖学的、病理学的な理解が深まるシステムであること、つまり、時間が経過すればするほど、ワープロ辞書と同様に、手放せないシステムとなるようなCADを望みたい。医師の底上げに繋がり、医師とともに進化するようなシステムであって欲しい。単なる、病変指摘マシンでは利用する医師が賢くならない。単なる病変指摘マシンでは、使う気になれない。学習機能を持ち、知識データベース化出来るものが必要である。共に進化し、共に賢くなれる、右腕となってくれるシステムを望みたい。これが、ネットワークを通じて他のユーザーと共有出来れば、更に素晴らしい。ロボット手術の発展は素晴らしいが、もしロボットが誤って血管を切断し、大出血を起こした場合に、完全に止血し、手術を完遂出来る外科医が側にいないようなロボット手術を受けたいと思う患者はいるだろうか？コンピューターがこう答えを出しました、としか言えない医師に診てもらいたいと思う患者はいるだろうか？

### ・実3次元空間表示機能付CAD

画像診断を考える場合に、重要なポイントの一つは、解剖学的構造の理解である。3次元空間を正しく表示出来ることも重要である。上記のような学習機能付きのシステムで、過去画像が容易に表示出来るシステムでは、解剖学的変異の症例を集め、分類することも容易であろう。遠方より見た平行光線の世界とともに、内視鏡のような近接像も必要である。また、透視立体視も容易に実現して欲しい。しかし、むしろ絶対条件は、虚空間に入り込まないことである。特に、外科的処置を前提とした画像では、虚空間表示は罪である。

しかし、解剖学的解析は、病理学的解析と同様に、医師でも難しい場合がある。ある画像を見たときに、どの部位が撮影されているかを判断するのは、かなり高度な情報処理を必要とする。そこに、正常変異や内臓逆位が混じってくると、さらに困難になる。医師は、慣れれば一目見てどの部位が撮影されているか直感的に判断出来るが、直感的であるが故に、それを論理的に分解して、第三者に伝えるのは思いの外難しい。

### ・教育的CAD

CADを考えたときに、もう一つ別な考え方があるように思われる。それは、直接診断まで到達するわけではないが、教育的な役割を果たすシステムである。ここにも、CADの重要な分野があると考え。典型的な症例を集めて、その診断過程を順に提示してみせるシステムである。成書では、画像を提示し、「これこれの所見があるから、これこれの疾患であると診断する。」式に記述されるが、最終的にまとめる際には、その様な形にならざるを得ないものの、“これこれの所見”と判断する過程が初心者には難しいわけであり、その過程を噛み砕いて、どこから解析を始めれば、その結論に到達するのかを、提示することも極めて重要であると考えている。

医師の読影手順の学習法は、先輩から後輩に、「見れば分かる。」、「慣れれば出来る。」式に、徒弟制度で引き継がれていくことが多く、ベテランの医師になればなるほど、直感的に診断しており、論理的に説明出来ないことも少なくない。画像診断に限らず、医師の世界には確かに名人芸の域が存在する。



しかし、名人芸が名人芸のままである限り、第3者への伝達は益々困難になる。私は個人的に、医師の側も、名人芸の伝承ではなく、もう少し一般的な形での情報伝達を試みるべきであると考えているが、このような考えの医師は決して多くはないと思われる。このようなことに理解を示す医師と、自動診断を志す工学系の方々との協力関係が必要であろう。

#### ・読影部位を順に誘導してくれるCAD

上記までは、通常のCADについてであるが、もっと低い要求レベルのものも、広く自働診断支援システムとして良いのではないかと考えている。現状の筆者の読影環境は、PET、MRI、CTについて、検診を含めた画像のモニタ診断を行っている。PETで800枚以上、MRIで500枚近く、CTでも400枚近くの画像になることがあり、一人の受診者で、合計1500枚以上の画像データが発生する環境にいる。ここでは、最早フィルム診断は不可能で、モニタ診断を行わざるを得ない。この環境にいと、上記のような高度な、本来の診断支援システムではなくても、読影部位を順に提示し、漏れ落とし無く、読影が終了出来るようにアシスト出来るシステムも、立派な診断支援システムであると考えようになってきた。これに、融合画像が容易に活用でき、透過度を変えたムービーなどに容易にアクセス出来るシステムも重要な診断支援ではないかと考えている。

#### ・まとめ

以上をまとめると、単に診断用の医師不要のCADを目指すのではなく、医師と共に成長出来るCADであって欲しい。特に、教育用のCADシステムは、一考の価値があると思われる。

## CAD と医師のチームワーク —CAD の本格的な実用化と普及へ向けて—

縄野 繁

日本におけるCADは、大量の症例を短時間に読影しなければならない検診等において、不足する読影医の代わりにコンピュータで補い、大量の正常例のなかに含まれる癌症例の見逃しを減少させることを目的として開発されてきた

筆者が今までのマンモグラフィーに対するCAD開発の過程で多くの医師にCADに対する要望を求めたところ大きく二つの意見に集約された。一つは検診を施行する側に立った意見で、「見落としを減らしてもらいたいの、CADが示した部分を読影医にもう一度見て欲しい」というものである。もう一方は読影を実際に担当する医師側の意見で、「読影業務の負担を軽減してもらいたいの、CADが病変だけを検出することで見る画像を減らして欲しい」というものである。後者は今の放射線科医師の多忙さを象徴する意見であり、自動診断に近い性能をCADに期待しているのであるが、CADをよく知らない放射線科医のなかには、性能が向上したCADが職を奪うのではないかと危惧する人もいる。

今回我々はFuji Computed Radiography (FCR)を利用したマンモグラフィーCADシステムを用いて検診マンモグラフィー読影認定A・B医師15人による読影実験をおこない、CAD併用読影の問題点について検討した。

読影症例は100マイクロンデータを使用し、1セット75例、計3セット225例を使用した。各セットとも微細集簇石灰化症例も含めMMG上大きさが20mm以下(乳癌の診断が比較的容易

なAランク症例17例、やや困難なBランク症例13例)の30例の乳癌を含み、各読影者にはフィルム、LCD(液晶)モニター(3M)、CAD付きLCDモニター(3M)にランダムにセットを割り当てた。読影者は同じ症例は読影はせず、各セット60分以内に読影を終了した。読影は「乳癌」、「乳癌の可能性が高い」、「乳癌否定できず」、「乳癌の可能性無し」の4段階にランクを付けて異常部位をデータシートに書き込み、そのデータからfROC曲線により解析した。

読影実験症例に対するFCR-MMG CADの性能は、微細集簇石灰化に対して症例単位100%、画像単位97%の検出率、拾いすぎは0.9個/4画像であった。乳癌腫瘍に対する検出率は症例単位83%、画像単位76%、拾いすぎは1.4個/4画像であった。なお、Aランク乳癌腫瘍の検出率は100%/画像、Bランク34%/画像であった。

15人の医師の全乳癌に対する感度は、「乳癌否定できず」以上を正診とすると40%—83%、平均62%であった。15人の医師の特異度は92%—98%、平均96%であった。読影モダリティ別の感度・特異度はそれぞれ、フィルム64%、95%、LCDモニター64%、96%、LCDモニター+CAD59%、97%であった。fROCによるAz値はLCDモニター+CADが最も成績が良く、LCDモニター、フィルムの順に続いたがそれぞれの間に有意差はなかった。

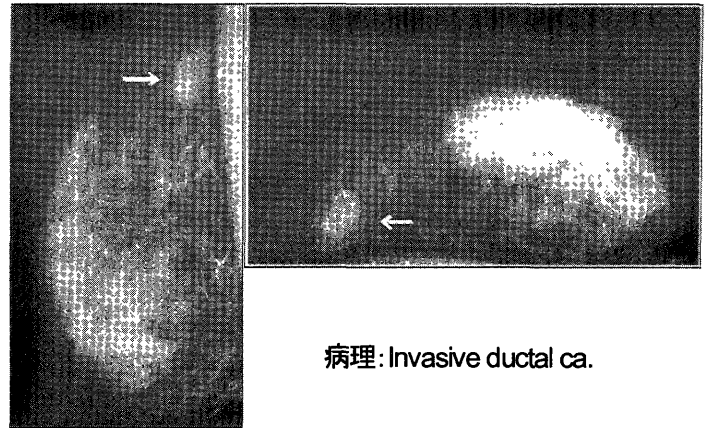
今回の読影実験で特徴的であったのは、15人の読影医の平均感度がフィルム、LCDモニターとも64%であったのに対し、LCDモニター+CADが59%と低い値を示したことである。CAD併用読影では拾いすぎが多少増加しても検出率が高くなることが予想されたが、結果は逆を示した。CAD付き読影で感度が低下した原因として、①読影実験という特殊環境下で読影者が良性にかけた。(引っかけ症例と判断した) ②コントラストの低い病変ではLCDモニター上あまり「悪性」に見えなかった。(今回のLCDモニター用の階調が症例に対しやや軟調であり、濃度は各自が自由に変えることが可能であったが、はじめに表示する濃度がやや黒めであった。) ③CADは信用できないとして検出結果にあえて反対した。などが考えられた。

以上のことからCAD普及で大切なこととして、①読影医師は自分の診断を大切にすべきであるが、CADで検出された部分を病変として見落としているかもしれないもう一度考えることが大切であり、このような症例があることを知ってもらおう努力をすべきである。②モニターの画像処理を、より悪性らしく見えるような設定にすべきである。等があげられる。

CADは読影医を助けるシステムであり、決して職を奪うものではない。CADは読影医とのチームワークではじめて効果を発揮するのであり、CADを生かす効果的な読影法を開発することで読影医の信頼を得ることができるものと確信している。

## 見落とされた A ランク乳癌(1)

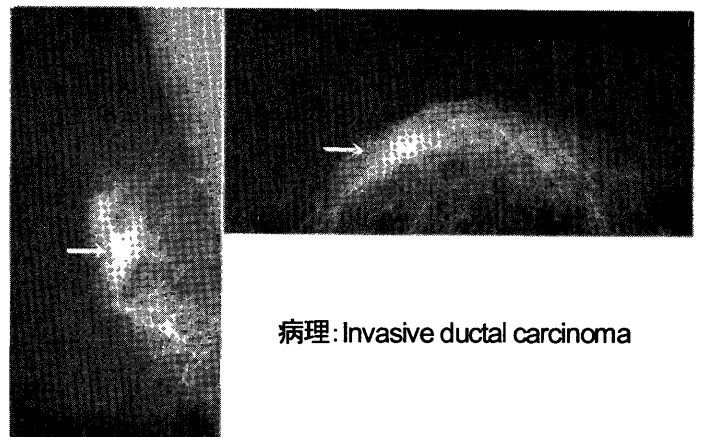
CAD:TP



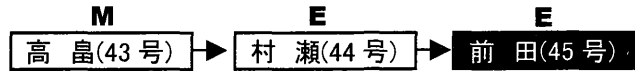
病理: Invasive ductal ca.

## 見落とされた A ランク乳癌(2)

CAD:TP



病理: Invasive ductal carcinoma



## 識別のための新しい道具：サポートベクトルマシン

前田 英作

### 1 はじめに

サポートベクトルマシン (Support Vector Machines; SVM) という新しい識別手法が盛んに使われ始めている。では、SVM という手法、どこが新しいのか、どんな特徴を持つのか？数多ある識別手法に替えて SVM を試してみる価値はあるのか？こうした問いに答え、識別のための道具として極めて強力なこの SVM を使いこなすには、その本質を正しく理解しておくことが必須である。本稿では、まず、SVM を理解するために必要な基本知識について触れ、その上で、SVM の技術的ポイント、その利点、欠点等について述べる。

### 2 識別・パターン認識・機械学習

「識別」技術が使われている分野は、画像データからその文字を読み取る文字認識、音声情報から発話内容を認識する音声認識、指紋や静脈パターンを用いた個人認証、医用画像による疾患判定など多種多様である。この識別技術は、「パターン認識」、「機械学習」などとも呼ばれる。SVM は教師有り学習と呼ばれる識別技術の一つである。ここでは、具体的な例として毒キノコを見分ける方法を取り上げる。

識別の対象となる事例を**サンプル**と呼び、サンプルに付随するラベルを**クラス**と呼ぶ。個々のキノコがサンプルに相当し、これらのキノコを「毒キノコ」「毒のないキノコ」という二つのクラスのどちらに属するかを識別することが課題である。

各キノコの特徴のうち、柄の長さ、柄の太さ、笠の面積、重さなど定量的に扱えるものをキノコの特徴量と呼ぶ。今、 $d$  個のこうした特徴量に着目したとすると、あるキノコの特徴は  $d$  次元ベクトル  $\mathbf{x}$  として表現することができる。この  $\mathbf{x}$  を**特徴ベクトル**と呼ぶ。

属するクラスが既知のサンプル、即ち、毒の有無が判っているキノコを**学習サンプル**と呼ぶ。今、 $N$  個の学習サンプルがあると、キノコの柄の長さとうきの大きさという二つの特徴に着目したとすると、 $N$  個の 2 次元特徴ベクトルが得られる。この特徴ベクトルを 2 次元平面上に描いたものが**図 1** である。この二次元空間を**特徴空間**と呼ぶ。

**図 1** の (A) は、 $N$  が 10 の場合、(B) はさらにサンプルを増やして  $N$  を 60 とした場合である。○は無毒

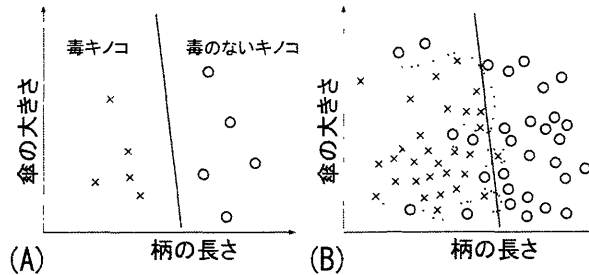


図 1: 学習サンプルから得られる特徴ベクトルの分布。(A)  $N=10$ , (B)  $N=60$ .

のキノコから得られる特徴ベクトル、 $\times$  は毒キノコから得られる特徴ベクトルを表す。ここで解決すべき問題は、属するクラスが不明なサンプル（これを**未知サンプル**と呼ぶ）のクラスを判定する識別規則を求めることである。これは  $d$  次元空間上での境界を決定することに相当する (**図 1**)。この識別規則は、未知サンプルの特徴ベクトルを  $\mathbf{x}$  として

$$f(\mathbf{x}) \begin{cases} \leq 0 & (\mathbf{x} \text{ が毒キノコでない時}) \\ \geq 0 & (\mathbf{x} \text{ が毒キノコの時}) \end{cases} \quad (1)$$

と記述できる。この  $f(\mathbf{x})$  を**識別関数**と呼び、特徴空間上での識別境界は  $f(\mathbf{x}) = 0$  で表される曲面である。一般に識別規則の性能、即ち、未知サンプルに対して正しく毒の有無を判定する精度は、より多くの学習サンプルを使って得られる識別関数を用いるのが良い。しかし、ここで注意すべき点が二つある。

まず、**図 1** からわかるように、学習サンプルが少ない時には、識別境界は超平面のような簡単な関数で記述できることが多いが (A)、学習サンプルを増やすとより最適な識別境界が得られる。一方で、その境界は複雑な曲面を描くことが多い (B)。したがって、複雑な識別境界を記述できるような識別手法が望ましい。SVM はそうした識別手法の一つである。

しかし、複雑な識別境界であれば良いというものでもない。**図 1** (B) の破線と実線とで表された境界のどちらがより適切かは簡単には決めることはできない。学習サンプルに対して破線の境界は誤り無く識別できるが、識別境界の識別性能は未知サンプルに対する評価で決まるからである。

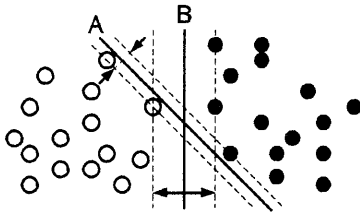


図 2: マージン最大化基準.

第二に、特徴の数、即ち、特徴空間の次元を増やすことによって、より精度の高い識別が実現できると思われがちである。しかし、これは一般には正しくない。サンプル数  $N$  が一定のもとで特徴を増やしていくと、特徴空間における特徴ベクトルの分布が疎になり、(A) と同じような状況になってしまう。この時、識別性能の良い識別関数が得られにくくなる。なるべく次元数に対して少ないサンプル数で高い識別性能を達成する能力を識別手法の汎化性能と呼ぶ。

### 3 サポートベクトルマシン

特徴空間上における 2 クラスのパターン分布には、超平面によって 2 クラスを分けることが可能な線形分離可能な場合と、線形分離不可能な場合とが存在する。図 1 の (A) と (B) がそれぞれの例に相当する。ここでは、線形分離可能な場合を例にとり、SVM によって求まる識別境界について説明する。

線形分離可能な場合には、図 2 の A, B など一般に学習パターンをすべて正しく識別する超平面が複数ある。識別境界候補となる超平面 (実線) の周りには学習パターンの存在しないマージン領域 (2 本の破線で挟まれた領域) が存在する。SVM では、複数の識別境界候補の中でマージン (矢印) を最大にする超平面を最良とみなす。このマージン最大化基準を用いていることが SVM の本質である。図 2 では、B が SVM によって求まる最適な識別境界となる。

このようにして識別境界が得られる SVM には、以下の三つの大きな特徴がある。第一に、SVM におけるマージン最大化という最適化問題は凸二次計画法の問題に帰着され、したがって、SVM では常に大域的最適な識別関数が得られる。一方、例えば、ニューラルネットワーク (NN) ではパラメータの初期値の取り方によって求まる最適解が異なり、しかも、その最適解は一般に局所最適解でしかない。この点において、SVM は NN などと比べ、一般ユーザにとって安心して簡単に使える道具であると言える。

第二に、汎化性能が高いという点である。SVM で

は、特徴の数、即ち、特徴ベクトルの次元を増やしても識別性能に与える影響が小さい。これまで、次元数に比べ十分なサンプル数がない条件では、使い易い識別技術が無かった。例えば、自然言語処理におけるある種のタグ付け問題は二クラスの識別問題に帰着させることができる。この時、数万次元にもよる高次元の特徴ベクトルを用いることが多い。また、ヒトの癌疾患に関する DNA の発現解析では、遺伝子数に比して十分なサンプル数が得られない。こうしたタスクに対して、SVM は非常に強力な識別手法となる。

第三に、多様な非線形識別境界が少ない計算量で得られるという点である。一般に、識別誤りを最小にする識別境界は、多次元空間上の複雑な曲面となる (図 2 (B))。したがって、その境界を表す識別関数は非線形関数である。線形識別関数の最適化問題を非線形識別関数の最適化問題へ拡張する方法は数多くあるが、拡張のために適切な指針が得にくいこと、計算量の増大を引き起こすなどの問題があった。SVM では、「カーネルトリック」と呼ばれる方法を使うことでこの問題を解決した。

最後に、SVM の弱点にも触れておこう。第一に、SVM の学習には凸二次計画法を解かなければならないが、このための計算量が大きい。この計算量はサンプル数の数乗オーダーで増加する。また識別実行時の計算量も大きく、アプリケーションによっては障害となる。第二に、SVM は原理的に 2 クラスを識別する手法であって、文字認識など多クラスの識別にそのままの形では適用できない。多クラスの識別に用いるためには何らかの工夫が必要である。

### 4 おわりに

本稿では、最近急速に様々なタスクに使われるようになった識別手法、サポートベクトルマシンのポイントを述べた。参考資料として、パターン認識技術の基本については [1] を、SVM については [2], [3] を薦める。また、SVM のプログラムとしては、SVM-Light, tiny-SVM などが良く使われており、インターネットから容易に入手可能である。

#### 参考文献

- [1] 石井, 上田, 前田, 村瀬: “わかりやすいパターン認識”, オーム社 (1998).
- [2] 前田: “痛快! サポートベクトルマシン—古くて新しいパターン認識手法—”, 情報処理, Vol.42, No.7, pp.676-683, 2001
- [3] N. Cristianini and J. Shawe - Taylor: “サポートベクターマシン入門”. 大北訳, 共立出版, 2005.

技術交流の輪-2



Adaptive Fusion Imaging

田辺 浩二\*

1. はじめに

超音波診断装置は、無侵襲でリアルタイムに画像を得られることから、現在はあらゆる領域において活用されている。ここでは、超音波断層像と他の情報による画像を融合させることにより、従来法にはない正確な診断情報の提供と、より安全且つ確実な肝癌治療ができる治療支援、の最新機能を紹介する。

2. 組織弾性イメージング -Tissue Elastography-

近年、乳癌の死亡率が年々上昇し、女性の癌の中で最も多い死亡原因を占めるようになってきた。乳癌を診断する方法の一つとして近年まで触診による硬さの評価が用いられてきた。しかし触診は検査者の主観による所が大きく、早期の小さな病変や深い位置にある病変の検出は困難であり、最近の研究で、触診では死亡率を低減させることが出来ないとの報告もあり、視触診のみでの乳癌検診は廃止された。また他の手法として、マンモグラフィーがあるが、マンモグラフィーは、石灰化等の初期での検出には優れているが、乳腺が発達した若い女性だと癌の検出が困難な場合があり、触診で硬さを感じた中で、約 15%を検出できないとの報告がある。この様な背景から、乳癌を診断する新たな技術が必要とされ、その中で硬さを画像化し客観的に評価できることから、組織弾性イメージングが触診に代わる技術として注目されて来ている。

・組織弾性イメージングの原理

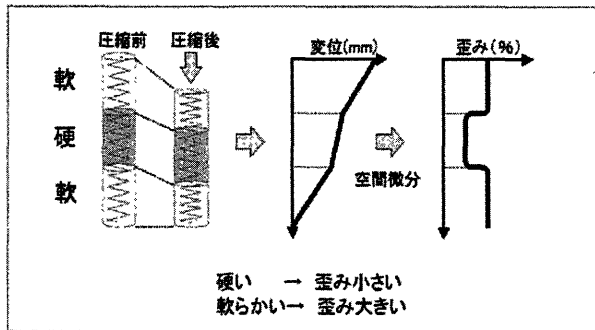


図1. 組織弾性イメージングの原理

図1は生体組織をバネ弾性体としてモデル化したものであるが、上部から圧力を掛けた時に、軟らかいバネはよく歪み、硬いバネは歪みが小さい。生体組織も同様に、圧迫時に軟らかい部分は変形が大きく、硬い部分は変形が小さい。この特徴を使って、圧迫前後の反射エコー信号から各深度での変位量を求め、その変位の程度から歪み量を算出する。

・リアルタイム化

実験室内では、RF 信号をワークステーションに取り込んで処理をした後弾性像として描出していたが、弾性像は軽い圧迫を繰り返した状態での画像描出となるので、圧迫が適切であったかどうかは処理後にしか判らず、病室内で使用するためにはリアルタイム(少なくとも 15F/S 以上)に描出する必要がある。

そのために、1 高速変位演算法の開発 2 専用ハードウェアの開発 3 ソフトウェアの最適化を行いリアルタイム化を実現し、EHB-8500 に搭載した。尚、この技術は日本超音波医学会「第3回(2003年度)技術賞」、日本生体医工学会(旧ME学会)「平成16年度新技術賞」、日本コンピュータ外科学会「2004年度優秀製品賞」を受賞している。

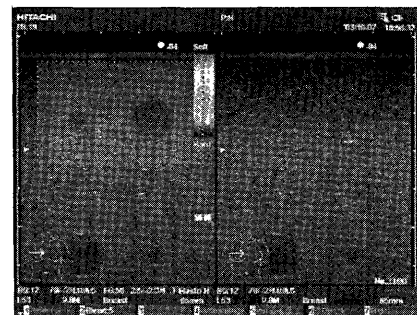


図2. ファントム像

左：組織弾性像 右：B像  
赤：周辺組織より軟らかい  
緑：周辺組織と同程度の硬さ  
青：周辺組織より硬い

\*：(株) 日立メディコ 超音波マーケティング本部 〒101-0047 東京都千代田区内神田 1-2-10

### 3. 肝癌の治療支援

超音波診断装置はベッドサイドで簡単に無侵襲でリアルタイムな画像を得られるという最大の利点から画像検査装置としてだけでなく、穿刺のモニタとしても多くの施設で使用されている。ここでは、肝癌の治療支援の手段としての超音波システムを紹介する。

#### ・穿刺専用探触子 (EUP-B514)

この探触子は中央に針の通るスリットがあるので

- ① 針を探触子中央付近から挿入でき、皮膚のすぐ下から針をモニタできるので安全な穿刺ができる。
- ② 皮膚に対して直角に近い鋭角で穿刺できるので、目標から外れることなく正確な穿刺ができる。

このため、RFA(ラジオ波焼灼療法)やPEIT(エタノール注入療法)を行うには最適である。

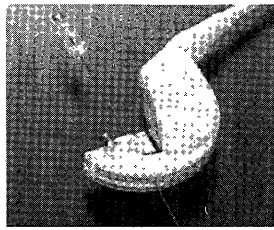


図3. EUP-B514 外観

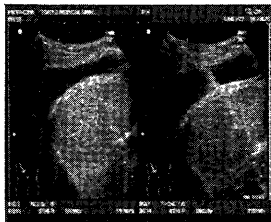


図4. RFA 治療中 (EUP-B514 使用)

#### ・RVS (Real-time Virtual Sonography)

肝臓がんの診断には主にX線CTが使われ、その後治療時のモニタリングやフォローアップには超音波装置が主に使用される。

このとき検査者は、すでに体軸に垂直に撮像された複数枚のCT画像で肝臓がんの部位を確認しながら超音波による診断を行うが、超音波画像とCT画像の断面が異なるために頭のなかで両モダリティの断面の位置対応を考えながら検査する必要があり、検査者の経験や知識に依存する部分が少なくない。

この問題を解決すべく超音波画像とCT画像情報を融合させる技術を開発し、RVS (Real-time Virtual Sonography) と命名した。

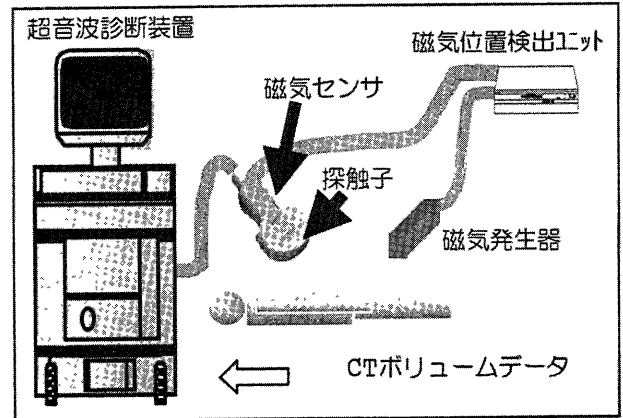


図5. システム構成図

超音波診断装置による走査で得られた断層像が表示されるのに同期して、超音波診断装置に内蔵されたPC上で実行されたVirtual Sonography用の処理プログラムが超音波探触子の位置と角度を検出し、それに対応した断面像をCTのボリュームデータからMPR像として再構成して表示を行う。

尚、この技術はRSNA(北米放射線学会)において2003年度にはシステムの開発に対して「CERTIFICATE OF MERIT」を、さらに翌2004年度には本システムを使用した臨床の発表に対して前年より評価の高い「CUM LAUDE」を受賞している。また日本超音波医学会でも「第5回(2005年度)技術賞」を受賞している。



図6. RVSの表示画面

右: 超音波画像

左: Virtual Sonography 像

左下: 3D Bマーク及び断層面マーク

ここに記した機能の、臨床に関する報告は日本超音波医学会第78回講演抄録集に多く掲載されているが、当社発行の技術雑誌「MEDIX」41号(Elastography)、40号/42号(RVS)はインターネットから参照できるので是非ご覧いただきたい。

<http://www.hitachi-medical.co.jp/medix/index.html>

## 米国の商用CAD機はどこへ行く

吉田 広行

最近米国では、マンモグラフィのCAD機のみならず、胸部X線写真や胸部CTのCAD機、大腸ポリープ検出のCAD機など、さまざまな種類のCAD製品が、盛んに宣伝されています。わずか7年前の1998年(いわゆるCAD元年)には、実質上一種類の商用CAD機(R2社のImageChecker)しかなかったことを考えると、随分とCAD製品群の裾野は広がった感じがします。この理由の一つに、長い間のCADの研究の積み重ねと、そこから生み出された高度なCAD技術があることは、疑いありません。臨床における画像診断の現場で役に立つCADを生み出すことが、CAD研究の一つの目標と考えれば、これは確かにCAD研究者が喜ぶべき進歩でしょう。しかし、少なくとも米国における商用CAD機の普及に関しては、米国食品医薬品局(FDA)による販売許可が、510(k)申請のみにて認可されるようになってきたことが、実はもう一つの大きな理由のように思われます。

ここで、510(k)について、少し説明を補足しておきましょう。これは、FDA認可のための審査方法の一つで、認可を申請した医療機器(ここではCAD機)が、すでに米国内で販売されている製品と「実質的に同等」であるかどうかを基準にして認可する方法です。このため、似たような機能をもった製品が(FDAの認可の元)すでに販売されていれば、後述のように、かなり簡単に認可がおりる仕組みになっています。この510(k)とよく比較されるのが、市販前承認(PMA)です。これは、新たな医療機器(つまり、すでに存在する製品と「実質的に同等ではない」機器)に対してFDAが認可を行なうための審査方法です。これまで、CAD製品に対するFDA認可は、すべてPMAで行なわれていました。実際、R2社の最初の製品である、マンモグラフィ用CADのImageChecker DM、および、胸部CT用CADのImageChecker CTは、双方ともPMAにてFDAから認可されています。これらの製品が出た当時は、両者とも基準機器が無いという意味で、新たな医療機器と見なされたためと思われます。

PMAの対象となる、Class IIIの医療機器は、いまだ「安全性と有効性」が証明されていないとみなされますから、「安全性と有効性」を証明するために、かなり大規模かつ厳密な臨床試験が必要とされます。このような臨床試験を行なうことは、製品の有効性を示すという点で重要なのですが、一方で、臨床試験にかかる費用が膨大(数億円程度)になるため、PMAによる認可は、「高価な認可」になってしまい、多くの企業、特にスタートアップのような小さな企業は、二の足を踏むこととなります。実際、1998年から5年間ほどは、商用CAD機について言えば、R2社のImageCheckerとiCAD/CADx社のSecond Lookに限られており、他のベンチャー企業が参入してきていません。その理由は、PMAが高価なため「参入障壁」が高かったからと言えるでしょう。

PMAと異なり、510(k)では、安全性と有効性の証明は不要です。そのため、臨床試験を行なう必要もなく、さらには、機器の性能(CAD単独での検出能や、読影の補助に使った場合には、CADと読影者を合わせた検出能)を記述する必要もありません。ですから、かなり安価(500万円程度)にFDA認可を習得することができます。審査方法がPMAでも510(k)でも、いったん認可されれば、「FDA認可」された医療機器と称することができますから、臨床医あるいは病院に販売する上では大きな違いがありません。となれば、割安な申請費用で済む510(k)のほうが、CAD機を製造・販売する企業にとって魅力的なのは当然です。最近になり、ある程度の偶然はあるにせよ、CAD製品が510(k)にて認可されるようになったため、「参入障壁」が下がり、そのために多種多様な商用CAD機がマーケットに登場している、というのが実態のようです。実際、Confirma社のMRIによる乳腺疾患のCADであるCADstreamなどは、510(k)によりFDA認可されたCAD機の典型例です。



ただし、積極的に診断機能を強く前面に出してしまうと、あたかも自動診断を行うかのような印象を与えるのか、申請者側が510(k)での審査を希望しても、FDA側がPMAでの審査に切り替えてしまうようです。そのため、最近の商用CAD機は、これまでのCADと実質上同じ機能をもってはいるものの、必ずしも「診断支援」を前面に押し出さず、場合によってはCADという名称で呼ばないことも多いようです。たとえば、胸部CT画像からの肺結節検出用のCADを、シーメンス社はNodule Enhancement View、GE社はDigital Contrast Agentと呼んでいます。ですが、どちらも従来のCADと同様、自動的に肺結節の候補陰影を検出し、その結果をユーザ(読影医)に提示し、最終診断を行なうためのシステムです。それにも関わらず、シーメンス社は、「Nodule Enhancement ViewはCADではない」と、製品カタログの隅に小さく表示しています。このようなCAD製品の場合は、製品のクレーム(効能書きのようなもの)には、検出結果が診断上、どのような意義(検出能向上など)を持つのかすら書いていないことが多いと思われます。実際、上記のシーメンスやGEのCAD機は、FDAのお墨付きの臨床試験結果を表示しているわけではありません。510(k)にてFDA認可をえた場合、企業は、口頭では通常のCADであるかのような製品説明をしながら、公式にはそのことに触れない、ということが、マーケティング手法として定着しつつあるようです。

これと同時に、CADを使うことを前提とした際の読影パラダイムにも、かなり変化がみられます。これまでPMAにより認可されたCADは、セカンド・リーダとして使うことを前提として販売されていますが、これは、有効性を示すための臨床試験が、「セカンド・リーダとしてのCAD」の有効性のみを示すようにデザインされていたことが、一つの要因と考えられます。しかし、先ほども述べましたように、510(k)では、有効性を証明する必要がありません。ですから、パラレル・リーディング(同時読影?)などのように、元の画像と検出の結果をマーキングした画像を、同時に読影するタイプのデバイスもFDAにより認可されています。たとえば、その代表例として、MedicSight社の大腸ポリープ検出用のCAD、MedicColonがあげられるでしょう。ちなみに、このMedicColonの製品説明には、MedicColonはCAD機である、という記述はやはり見当たりません。さらには、これまでかなり疑問視されていた、CADをファースト・リーダとして使うことを前提とした製品も、真剣に検討されるようになり、いつ製品として登場してもおかしくない状況とも言えます。

このように、商用CAD機の仕様や役割が広がりを見せていること自体は結構なことですし、それと軌を一にして臨床の場でのCADの認知度がかなり上がっていることも、CADの研究者にとっては嬉しいことです。しかし、問題は、これら510(k)を通して認可された多様なCAD機が、臨床試験による有効性の裏づけがほとんど無いにも関わらず、あたかも診断効果が確認されたかのようにして宣伝され、売られていることです。いってみれば、効能書きは立派だけれども、効果が今ひとつはっきりしないイカガワシイ薬のようなものです。また、CADがポピュラーになりつつあることの「2次効果」として、従来はCADとは呼ばれなかった医療機器を、企業側がマーケティングの一環としてCADツールと称したり、また、臨床系の人たちがCADと呼んだりすることが多くなってきているのも事実です。たとえば、半自動で腫瘍や臓器をセグメンテーションするツールをCADと呼ぶことなどは、以前であればご法度であったのが、いまや当たり前のように使われることが多くなってきています。さらには、セグメントした腫瘍の直径を計ったり、単にCT値の違いで色を付けるシステムをCAD機と呼ぶことも多く見られるようになりました。そのようなシステムを通常のCAD機と同等に扱うべきなのかどうかは、かなり迷うところですので、筆者は、これらをCADもどき(CAD-like)システムと呼んでいます(あるいは、準CADとか、pseudo-CADというべきでしょうか?)

積極的なマーケティングの効果とはいえ、米国における臨床の読影現場で、CADの認知度が高くなってきたのは、CADの将来にとって朗報でしょう。ですが、現在、CADが本当に臨床で受け入れられているかは、いまだかなり疑問です。商用CAD機が、臨床の場でご当前のツールとして受け入れられた時にこそ、CADが本当に定着したと言えるでしょう。どうやら、CADは、これからprime timeを迎えるようです。

**第15回コンピュータ支援画像診断学会  
CADM2005 大会のご案内**  
(第14回日本コンピュータ外科学会 (CAS) と合同開催)

第15回コンピュータ支援画像診断学会 (CADM2005) を下記のとおり開催いたします。奮ってのご参加をお待ちいたしております。

第15回コンピュータ支援画像診断学会大会長 森久保 寛

- 1、会期： 2005年11月20日 (日)、21日 (月)  
(日本コンピュータ外科学会は11月19日 (土)～21日 (月))
- 2、会場： 海外職業訓練センター (OVTA) (千葉県幕張)  
〒261-0021 千葉市美浜区ひび野1丁目1番  
URL: <http://www.ovta.or.jp/> TEL: 043-276-0211
- 3、会費：  
参加費：会員 6,000円 非会員 10,000円 学生会員 3,000円  
合同懇親会費：4,000円 (20日夕刻予定)
- 4、学術プログラム
  - 1) 合同特別講演： 東京大学工学系 片岡一則教授  
ナノテクノロジーが拓くフロンティアメディシン  
〈ピンポイント診断・治療のためのナノキャリア設計〉
  - 2) 合同シンポジウム  
画像診断技術とロボティクスによる精密誘導治療の進歩
  - 3) CADM2005 特別講演 ドクターネット K.K 佐藤俊彦先生  
医用画像の電子化と放射線科医のワークフローを最大化する  
ITシステムおよび分子イメージングについて
  - 4) CADM ワークショップ –CADの臨床活用に向けて–
  - 5) 一般演題：演題締切りは9月15日の予定、締切り後の扱い  
につきましては大会 HP を御参照ください。
- 5、URL： CADM2005 大会 HP: <http://apollo.dokkyomed.ac.jp/CADM2005/>  
CADM 学会 HP: <http://www.cadm.jp>
- 6、お問い合わせ： 珪肺労災病院 放射線科 森久保 寛  
〒321-2523 栃木県塩谷郡藤原町高德 6 3 2  
TEL: 0288-76-1515 E-mail: [morikubo@st.rim.or.jp](mailto:morikubo@st.rim.or.jp)

\*\*\* 皆様多数のご参加をお待ち申し上げます \*\*\*

学会研究会情報
---------

## 学術研究会情報「CADM-CAD ワークショップの大会後記」

松原 友子\*

2004 年度の CADM-CAD ワークショップは、バイオメディカルイメージング連合フォーラムとして、琉球大学において、平成 17 年 1 月 21 日（金）、22 日（土）の 2 日間開催されました。

口頭発表では、可視化・レジストレーションで 6 件、診断支援で 14 件、イメージング・PACS で 4 件、領域抽出・モデリングで 7 件、画像処理・解析で 5 件の演題が報告され、熱心に議論されました。また、両日とも 1 時間のポスターセッションの時間が設けられ、計 25 演題に対して、活発な討論が行われました。

21 日には、京都大学の英保茂先生による「臨床画像からの診断情報の抽出とその問題点」と題したフェロー記念講演がされました。

なお、以下の Web ページより、各演題の抄録を確認することができます。

<http://www.ieice.org/iss/mi/jpn/>

---

※：名古屋文理大学 情報文化学部 〒492-8520 稲沢市稲沢町前田 365

## 学会研究会情報 (CADM-CAD)

### 「CADM-CAD ワークショップの開催案内」

世話人： 福岡 大輔\*

本年度も電子情報通信学会・医用画像研究会, 日本医用画像工学会・JAMIT Frontier  
との共催のもと, CADM-CAD ワークショップを開催いたします。

皆さま奮ってご応募ください。

日 時：平成18年1月27日（金），28日（土）

場 所：沖縄県 宮古島

詳細は、以下のウェブページを御覧下さい。

<http://www.fjt.info.gifu-u.ac.jp/cadmws2006/>

※岐阜大学教育学部 技術教育講座 〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸1-1

## 学会参加だより 「SPIE Medical Imaging 2005」

渡辺 恵人\*

今年2月12日から17日に SPIE Medical Imaging 2005 がアメリカのサンディエゴの Town and Country Hotel で開催されました。会場の写真を図1に示します。SPIEはその正式名称が The International Society for Optical Engineering であり工学系の学会で、ベースは光学であります。装置、セグメンテーション、ビジュアライゼーション、手術支援、PACS など医用画像を中心とした話題が広く取り扱われていました。また、工学系だけでなく、医学系からの参加もかなりあったように感じました。

参加者は、学会ホームページ (<http://www.spie.org/>)によれば約1200人程度で内訳は北米65%、欧州22%、アジア11%、その他の地域2%となっています。会議は、

1. Visualization, Image-Guided Procedures, and Display
2. Physics of Medical Imaging
3. Physiology, Function, and Structure from Medical Images
4. Image Processing
5. PACS and Imaging Informatics
6. Image Perception, Observer Performance, and Technology Assessment
7. Ultrasonic Imaging and Signal Processing

の7つの会議から構成され、口頭発表が4

会場とポスター1会場で行われました。発表件数は、口頭発表(Short Talkを含む)が354件、ポスター発表が413件ありました。会議別にみると、Visualization, Image-Guided Procedures, and Display が100件、Physics of Medical Imaging 146件、Physiology, Function, and Structure from Medical Images が89件、Image Processing が240件、PACS and Imaging Informatics が72件、Image Perception, Observer Performance, and Technology Assessment が64件、Image Perception, Observer Performance, and Technology Assessment が56件となっていました。また、日本からの発表は口頭発表が6件、ポスター発表が27件ありました。

私は学会14日にポスター発表を行いました。発表内容は造影剤を用いた多時相CT像の肝臓領域の各点をベクトル表現し、それを基に肝細胞がん領域を検出する手法についてです。Poster Tour や Poster Teaser といったものはなく、Core Time も17:30~19:00と遅い時間帯でしたが、Exhibitionと同時に開催されており、また、簡単な食事が振舞われていた(私は食べる余裕がありませんでしたが)ため、非常に多くの人に参加し、盛大におこなわれました。そのおかげで、幾人かの方が興味をもってくださったようで質問に来てくれ、そのうち数人とディスカッションやメールアドレスの交換をすることができ、個人的には非常に有意義な発表でした。

\*中京大学生命システム工学部身体システム工学科 〒471-0393 豊田市貝津町床立101

この会議の参加費にランチの代金が含まれています(学生登録ではそれが含まれず、一般の参加者は不要なチケットを受付にある回収箱に入れ、それを学生の参加者に分配するようです)。何日目か忘れてしまいましたが、昼食を屋外のプールサイドでとる日がありましたが、私の座った机がなぜかウェーターに忘れ去られた存在となり、なかなか料理が出てきませんでした。そして、なぜか、同じ机に座った人たちのなかで、妙な連帯間が生まれ、その後も、Coffee Break 時に雑談をしたり、私のポスター発表時に質問に来てくれたりしました。これも、一つの楽しみだと感じました。

最後に、来年の SPIE Medical Imaging は同じ会場で2月11日から16日にかけて行われます。すでに Abstract Due Date は過ぎてしまいましたが、詳しくは <http://spie.org/conferences/calls/06/mi/> をご覧ください。

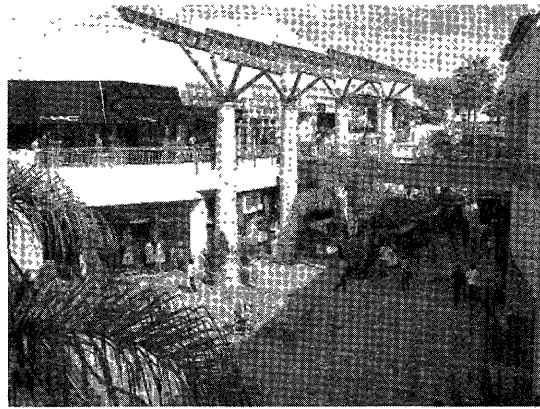


図2 会場近くのショッピングモール  
会場から徒歩2~3分の距離にあるショッピングモール。非常に大きく必要な物が出来てもここにいけば大抵ある。



図1 会場風景

## 事務局だより

## 事務局だより

## ・ 学会の協賛関係

- 学会名 : The 20th International Congress of CARS 2006  
(Computer Assisted Radiology and Surgery 2006)
- 会期 : 平成18年6月28日～7月1日(4日間)
- 会場 : 大阪国際会議場(グランキューブ大阪) 大阪市北区中之島5丁目3番地51号
- 主催 : 日本学術会議(SCJ)  
第20回国際コンピュータ支援放射線医学・外科学会議運営委員会  
(開催母体は日本コンピュータ支援放射線医学・外科学協会 JICARS)
- 代表者 : 中村 仁信(大阪大学医用制御工学教室・教授)  
〒565-0871 吹田市山田丘2-2 TEL: 06-6879-3430
- 連絡先 : 稲邑 清也(関西国際大学経営学部・教授)  
〒673-0521 兵庫県三木市志染町青山1-18
- 事務担当 : 日本コンベンションサービス株式会社 澤守 麻由子  
〒541-0042 大阪市中央区今橋4-4-7 TEL: 06-6221-5933

## ・ 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
228	岩本 純子	北陸先端科学技術大学院大学
229	奥村 浩	佐賀大学
230	長山 裕之	山梨赤十字病院
231	満生 康一	(株)ケイ・ジー・ティー
232	渡辺 恵人	中京大学
233	林 雄一郎	名古屋大学大学院
234	安部 憲広	九州工業大学
235	畑中 裕司	岐阜工業高等専門学校

## (2) 次の方が退会されました。

内山 明彦            松井 美楯            谷 裕一郎            原 秀剛

## (3) 会員数の内訳(2005年8月17日現在)

賛助会員            3社3口

正会員	159名
<u>学生会員</u>	<u>8名</u>
	170

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



## 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 藤田 広志

若いCADM学会にふさわしく、電子論文方式のCADM論文誌が刊行されています。この論文誌を皆様方からの積極的な投稿により優れた論文誌に育てて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.murase.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、

[cadm-editor@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp](mailto:cadm-editor@murase.m.is.nagoya-u.ac.jp) までお問い合わせ下さい。

# 投稿規定

1996年10月制定版

- [1] 本誌は会員の研究成果の発表およびこれに関連する研究情報を提供するために刊行される。本誌の扱う範囲はコンピュータ支援画像診断学に関係する全範囲、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.murase.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瘤陰影自動検出アルゴリズムにおける索状の偽陽性候補陰影の削除  
(笠井 聡, 藤田 広志, 原 武史, 畑中 裕司, 遠藤 登喜子)

No.3 1999/11

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

## 掲載論文:Vol.4

No.1 2000/5

3次元画像処理エキスパートシステム 3D-INPRESS-Pro の改良と  
肺がん陰影検出手順の自動構成への応用  
(周向荣, 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  
(周向荣, 濱田敏弘, 清水昭伸, 長谷川純一, 鳥脇純一郎)

**掲載論文:Vol.5**

- No.1 2001/1  
コンピュータ支援画像診断(CAD)の実用化へのステップ —— 考察  
(飯沼武)
- No.2 2001/4  
胸部 X 線 CT 画像における肺がん病巣候補陰影の定量解析  
(滝沢穂高,鎌野智,山本眞司,松本徹,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
- 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)
- No.10 2001/12  
厚生省がん研究助成金研究班「がん診療におけるコンピュータ応用」関連の歴史 [1968-2000]  
(飯沼武)

**掲載論文:Vol.6**

No.1 2002/12

可変形状モデルを用いた腎臓領域抽出法の改良と評価  
(TSAGAAN Baigalmaa, 清水昭伸, 小畑秀文, 宮川国久)

**掲載論文:Vol.7**

No.1 2003/2

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

No.2 2003/5

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

No.3 2003/6

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

No.4 2003/6

特集: 肝臓領域抽出アルゴリズム(2002年度)

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

**掲載論文: Vol.8(2004)**

No.1\_1 pp1-9 2004/4

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

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

No.1\_2 pp10-17 2004/6

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

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

No.1\_3 pp18-30 2004/4

造影 3 次元腹部 X 線 CT 像からの肝臓領域自動抽出手法の開発  
(林 雄一郎, 出口 大輔, 森 健策, 目加田 慶人, 末永 康仁, 鳥脇 純一郎,)

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

**掲載論文: Vol.9(2005)**

No.1 pp1-14 2004/12

解剖学的知識に基づく非造影3次元腹部X線CT像からの複数臓器領域の抽出  
(北坂 孝幸, 小川 浩史, 横山 耕一郎, 森 健策, 目加田 慶人, 長谷川 純一,  
末永 康仁, 鳥脇 純一郎)

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

# 目次

## 特集

新会長の方のお話

会長就任にあたって

長谷川 純一(中京大学生命システム工学部生命システム工学科) ……2

新副長の方のお話

新副会長に就任して—CAD新時代,そして論文編集委員会から—

藤田 広志(岐阜大学大学院医学系研究科再生医科学専攻知能イメージ情報分野) ……4

CADM 大会 合同シンポジウム

「ロボティクス外科の体系的開発と画像診断支援技術の連携」

画像診断支援システムに対する—私見

尾辻 秀章(メディカルプラザ薬師西の京 画像診断部) ……7

CADM 大会 パネルディスカッション

CADと医師のチームワーク—CADの本格的な実用化と普及へ向けて—

縄野 繁(国立がんセンター東病院 放射線部) ……10

## 技術交流の輪①画像認識

識別のための新しい道具:サポートベクトルマシン

前田 英作(NTTコミュニケーションズ株式会社) ……12

## 技術交流の輪②乳腺超音波

Adaptive Fusion Imaging

田辺 浩二(株式会社日立メディコ) ……14

## 研究メモ

米国の商用CAD機はどこへ行く

吉田 広行(マサチューセッツ総合病院/ハーバード大学医学部放射線科) ……16

## 学術講演会情報

第15回 CADM 大会の開催案内

森久保 寛(珪肺労災病院 放射線科) ……18

## 学術研究会情報

CADM-CAD ワークショップの大会後記

松原 友子(名古屋文理大学 情報文化学部) ……19

CADM-CAD ワークショップの開催案内

福岡 大輔(岐阜大学教育学部 技術教育講座) ……20

## 学会参加だより

SPIE Medical Imaging 2005

渡辺 恵人(中京大学生命システム工学部身体システム工学科) ……21

## 事務局だより

……23

## CADM News Letter

発行日 平成17年9月15日

編集兼発行人 縄野 繁

発行所 CADM コンピュータ支援画像診断学会

Japan Society of Computer Aided Diagnosis of Medical Images

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

〒470-0393 愛知県豊田市貝津町床立 101

中京大学生命システム工学部 長谷川研究室内

コンピュータ支援画像診断学会(CADM)事務局 担当者:渡辺 恵人

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

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