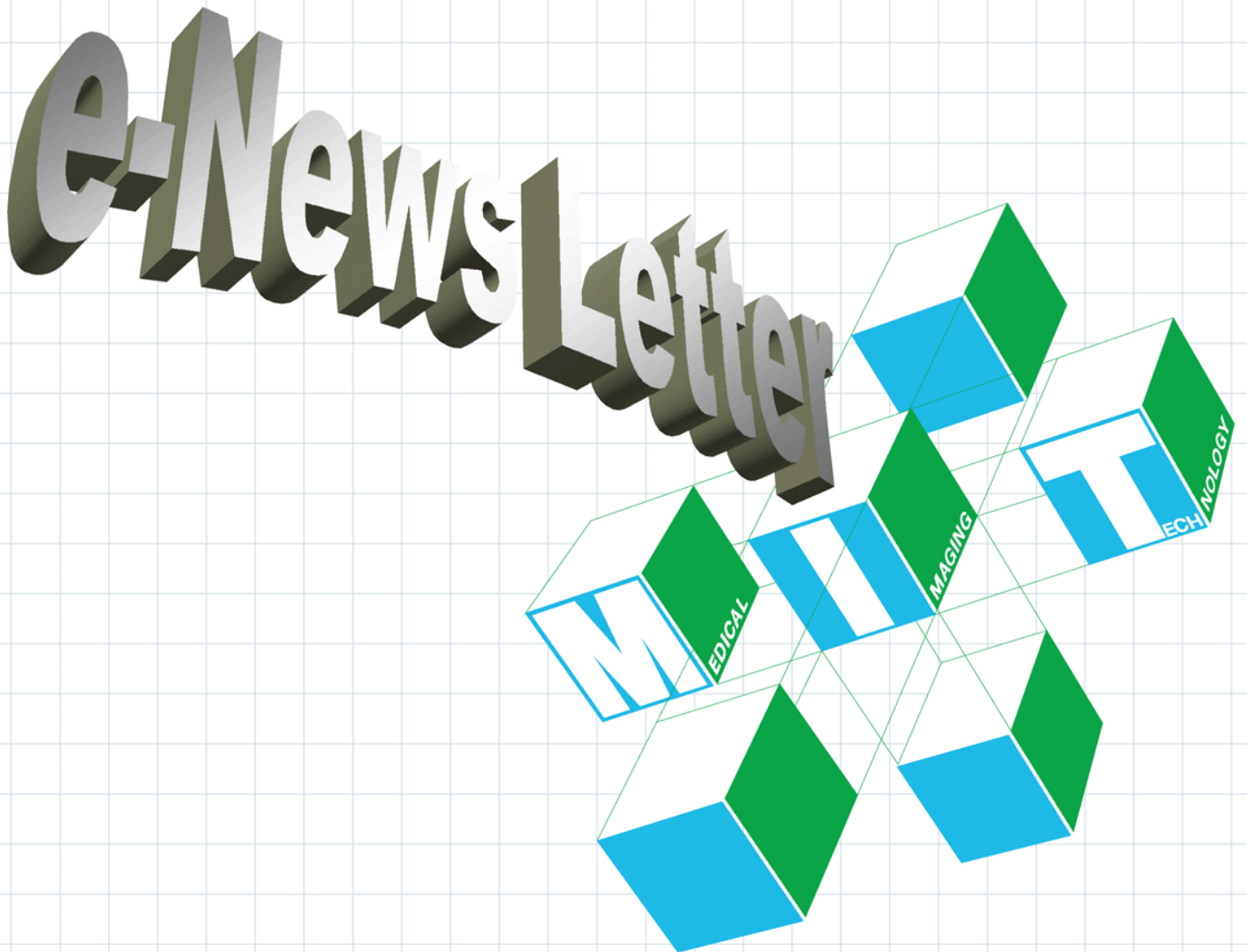


JAMIT

The Japanese Society of Medical Imaging Technology



日本医用画像工学会

2011. 12 e-ニュースレター NO. 10 (通算64)

目 次

特集「JAMIT2011 大会後記」

第30回日本医用画像工学会大会後記

勝俣 健一郎 (国際医療福祉大学)

…3

特集「JAMIT コンテスト報告」

第3回 JAMIT CAD コンテスト結果報告

北坂 孝幸 (愛知工業大学情報科学部)

…5

特集「新常任幹事就任ご挨拶」

新常任幹事就任のご挨拶

周藤 安造 (麻布大学生命・環境科学部)

…11

特集「新編集委員長就任ご挨拶」

MIT 誌編集委員長への就任にあたって

工藤 博幸 (筑波大学システム情報系情報工学域)

…13

特集「新名誉会員就任ご挨拶」

新名誉会員就任のご挨拶

鳥脇 純一郎 (名古屋大学名誉教授)

…14

技術交流の輪① 非剛体レジストレーション

マルチアトラス法: “レジストレーションによるセグメンテーション”の最近の進展

佐藤 嘉伸 (大阪大学大学院医学系研究科)

…20

技術交流の輪② 標準脳

脳イメージングにおける機能画像と形態画像の融合の在り方

—MRI 情報を利用した SPECT/PET 画像再構成法—

工藤 博幸 (筑波大学システム情報系情報工学域)

…22

JAMIIT のひろば

納得の検出力で読影医をサポートするマンモグラフィ診断支援システム

NEOVISTA I-PACS CAD typeM

加野 亜紀子 (コニカミノルタエムジー株式会社)

…25

お知らせ

医用画像データベース

清水 昭伸 (東京農工大学大学院共生科学技術研究院)

…27

第 30 回日本医用画像工学会大会後記

第 30 回大会長 勝俣 健一郎*

第 30 回日本医用画像工学会大会(JAMIT2011)は 2011 年 8 月 5 日(金)と 6 日(土)の 2 日間、国際医療福祉大学(International University of Health and Welfare: IUHW)の大田原キャンパスにて開催されました。



東日本大震災が 3 月 11 日に発生し、本学も震度 6 強の地震で建物や水道などのインフラに大きな被害を受けました。その後計画停電も実施され、世の中は自粛ムードでおおわれ、5 月頃まではこの大会の開催が本当にできるか不安でした。幸い締め切りを若干延ばしたおかげで、発表演題申し込み数も例年並みに集まり、計画停電も中止となり、学校の復旧も進み、大きな障害は取り除かれ、あとは知名度の低い栃木県北部の大田市までのくらいの人に来ていただけるのかを心配し、当日を待つことになりました。

初日(5 日)は雨模様で来場者の数に影響しないかと心配しましたが、幸い大した雨にならず、2 日間で総参加者 223 名と例年に比べ少ないながらも、予定していた以上の数の人達に参加していただき、総演題数 96 題を実施し、無事に終了することができました。参加していただいた方々を始め、関係されました皆様方のご協力、ご支援に心より御礼申し上げます。

本大会では医用画像に関わる人達が、単に研究だけではなく、実際に医療や福祉の現場で使われ、医療や福祉の発展に貢献する製品の開発・研究を行うことを目指し、工学者、医師、技師、企業開発者などが、それぞれの立場から意見を述べ、それを互いに理解しあい、ニーズとシーズとがうまく融合し、製品化へと向かえることを目指しプログラムを企画いたしました。これらの議論の中でも特に臨床の立場からのニーズを的確にとらえることが大切です。そのために特別講演やシンポジウム、CAD コンテスト、企画テーマなどでは臨床家の立場からのお話を盛り込んでいただきました。いろいろな医用画像の開発・研究に携わる皆さま方による職種をまたいだ積極的な交流がおこなわれたものと思います。

今回の研究発表はすべて口述として 84 演題を 2 部屋の並行使用で行いましたが、それぞれの会場では活発な意見交換がなされておりました。特別講演では北島政樹先生に「低浸襲・個別化医療を支えた医用画像工学」と題して、臨床の現場で

* 国際医療福祉大学 〒324-8501 栃木県大田原市北金丸 2600-1

のニーズを実現するために、関連企業の研究・開発動向を素早くキャッチし、次々と新しい技術を臨床の場に導入されている体験をお話していただきました。今後の医工連携のありかた、進め方などに大いに参考になったかと思えます。シンポジウムでは超音波エラストグラフィを取り上げ、椎名毅先生からは臨床ニーズとご自身の研究と企業とを上手に結びつけ製品化されたお話を、伊藤吾子先生（日立総合病院）からは臨床の立場から、その技術の有用性と共に臨床での使い方、限界等をお話していただきました。今後の開発・研究にいろいろなヒントがあったかと思えます。また今回の企画テーマとして、高橋哲先生の基調講演とワークショップを組み合わせ、「CT Image Wisely」と銘打って集中的に討議をおこないました。CT の新しい技術をどのように臨床に応用していけば臨床的価値があがるのか、またそのためにこれから何を開発・研究していけばいいか等が示されたものと思えます。

今年の CAD コンテストは、「三次元腹部 CT 像からの肝血管腫の描出」をテーマとして 9 施設が参加して行われ、中京大学が見事優勝されました。臨床家からは偽陽性は多少あっても良いが陽性を見逃してもらっては困るとのメッセージがあったかと思えます。CAD 開発の参考としていただければと思います。また今回、学会の教育委員会の企画でチュートリアルが開催され若手研究者を対象に「医用画像工学における統計的推定・機械学習の基礎と最新動向」と題して工藤博幸先生と本谷秀堅先生からご講演をいただきました。当初に企画した対象の若手研究者だけでなく、中堅研究者にも大変好評で、朝食をセットした定員がすぐに満席となり廊下で立ち聞きされるかたもいらっしゃいました。参加できなかった方には大変申し訳ありませんでした。次回からはもっと多くの方が参加できるような企画にさせていただけたらと思います。

初日（5 日）の夜は大学やホテルの近くに夕食を取る場所が少ないため、会費制の懇親会を開催させていただきました。CAD コンテストの表彰

式もこの場で行い、地元のお酒やワイン、地ビール、特産の料理、デザートなどをいただきながら、和気あいあいと会員同士の楽しい交流の時間を過ごすことができました。ランチョンセミナーでは、株式会社 AZE 様、東芝メディカルシステムズ様のご協力をいただき、企業と大学や病院の皆さまがたとの相互理解を深めていただきました。

また本学と同じ大田原市に医用画像診断機器の国内最大のメーカーである東芝メディカルシステムズの本社工場がありますので、大会の前日（4 日）に、見学会を実施させていただきました。日頃あまり医用機器を製造している現場を見る機会がないと思いますので、貴重な体験になったのではないのでしょうか。

大会長をお引き受けした時は、ちゃんと大会を運営できるか大変心配でしたが、皆さまがたのご参加により、なんとか大会としての責任を全うすることができました。改めてご参加いただいた方々、ご協力いただいた方々に感謝を申し上げます。大変ありがとうございました。



次回以降の JAMIT 大会のますますのご発展をお祈り申し上げます。

第3回 JAMIT CAD コンテスト結果報告

北坂孝幸*

本年度の JAMIT 大会において、第3回 JAMIT CAD コンテストを開催した。今回の検出対象は肝血管腫であった。肝血管腫は良性腫瘍であるが、早期相や門脈相の CT 像において肝細胞癌とよく似た画像特徴を持つため、肝細胞癌との正確な鑑別が臨床上重要である。肝血管腫の例を図1に示す。64列の MDCT により撮影した4時相 CT 像（非造影相と早期相、門脈相、晩期相）計3症例を用いて性能を評価した。その際、肝臓領域抽出段階での致命的な失敗を防ぐため、東京農工大学清水研究室で開発された肝臓抽出アルゴリズムにより抽出した肝臓領域をテスト症例と共に配布することとした。参加施設数は9施設であった。今回も審査過程を公開する公開審査セッションを設けた。以下では、コンテストの準備から表彰式までの流れについて述べた後、処理結果の画像例、評点、および、縄野委員長による総評を示す。



図1 肝血管腫の例

■コンテストの準備から表彰式まで

7月上旬：国際医療福祉大学・縄野先生から筑波大学の滝沢先生に評価用画像（4時相3症例）が送られる。

7月下旬：滝沢先生が評価用画像をコンテスト用フォーマットに変換（DICOM→2バイトRAWデータ，little endian）。併せて、農工大アルゴリズムにより門脈相 CT 像における肝臓領域を抽出。その後、コンテスト当日まで愛知工業大学の筆者の研究室にて保管。

8月4日（木）

- ・ **9時**：集合。各施設、計算機のセットアップを開始。
- ・ **10時00分**：保管していた評価用画像および肝臓領域をコンテスト会場（図1）にて各施設に配布。
- ・ **10時00分～16時**：各施設のプログラムを評価用画像に適用。ここで、入力画像の他には、画像サイズ、空間解像度、造影条件、Image Position、などを入力可能とし、入出力関連の問題を除いてはプログラムの変更は認めなかった。

* 愛知工業大学情報科学部 〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247

・17時00分～18時：評価委員によるコンテスト結果の事前確認。まず、縄野委員長から今回の症例の解説があり、正解領域の確認を行った。各施設の抽出結果を一通りチェックし、正抽出と拾い過ぎに対する評価基準を確認した。

8月5日（金）

・16時40分：公開審査セッションの開始（図2）。評価委員は、縄野繁先生（国際医療福祉大学）、篠崎賢治先生（九州がんセンター）、黒木嘉文先生（栃木県立がんセンター）の3名が担当した（工学側のオブザーバとして佐藤嘉伸先生（大阪大学医学系研究科）にも参加いただいた）。会場にはディスプレイ3台を用意し、評価委員3名がディスプレイを見ながら評価した。評価は、臨床医計3名（各自持ち点10点/症例）の合計点とした。スライス送りなどの機器操作は筆者が行った。同じ画面をプロジェクタでスクリーンに投影し、会場の視聴者にもどこをどのように評価しているか分かるようにした。画面には、各施設の結果を並べて表示し、検出結果の違いを直接比較できるようにした。ただし、施設名は伏せ、アルファベットの記号（A～I）を代わりに割り当てた。評価の結果、施設Iが最高点を取り優勝した（表1）。

・19時：懇親会において縄野委員長より優秀施設名（上位3チーム）の発表と表彰式が行われた。中京大の中村元哉君が表彰（大会賞）を受け、副賞（10万円）が贈呈された。（図3）。



図1 コンテスト会場



図2 公開審査の様子



図3 懇親会での優勝者コメントの様子（左）と、上位3チームの代表および勝俣大会長、縄野コンテスト委員長、コンテスト世話人北坂による記念写真。

表 1 評価結果

	症例 1			症例 2			症例 3			合計
	医師 1	医師 2	医師 3	医師 1	医師 2	医師 3	医師 1	医師 2	医師 3	
A	4	5	4	3	6	3	0	2	0	27
B	8	7	8	3	6	3	5	7	7	54
C	9	6	5	6	5	4	6	5	4	50
D	4	5	4	8	6	8	9	8	8	60
E	9	8	10	7	7	8	5	7	7	68
F	9	6	6	8	6	7	8	8	7	65
G	7	8	8	5	7	6	5	6	7	59
H	4	5	4	3	6	3	0	2	0	27
I	8	8	8	10	9	10	10	9	10	82

今回のコンテストでは、2010年3月のJAMIT・CAD勉強会にて、同一のCT装置で撮影した15例の学習画像を参加者に事前に配布した。うち、肝血管腫は全部で24個あった。撮影範囲は肺底部から肝臓下端までが写っていた。また、希望者には農工大作成の肝臓抽出プログラム2010版を覚書を交わしたうえで配布した。先述したように、コンテスト当日はテスト症例に加えて、このプログラムで抽出した肝臓領域を配った。これは、腫瘍の検出精度のみを競うために行った措置である。自作した肝臓領域抽出プログラムの使用も認めたが、今回は全チームが配布した肝臓領域を用いていた。

処理結果の例を次ページ以降に示す。第2症例までの評価結果は全チームが30点差以内にあり、最終的に第3症例で勝敗が分かれた。傾向として、血管腫の低濃度領域あるいは高濃度領域の一部のみ検出しているチームが多かった。また、濃度値コントラストの低い小さな腫瘍、および、高濃度値を示す明らかな血管腫が見落とされていた。拾い過ぎ領域は、肝臓辺縁や右葉と左葉の間、血管上に多く見られた。評価において、肝臓内の拾いすぎへのペナルティは比較的小さかった。優勝チームIとその他のチームの大きな違いは、検出能力（全10個の腫瘍中、見落とし1個）に加え、検出した領域の正確さにあった。3位のチームFは全腫瘍を検出できているが、拾い過ぎが非常に多かったため減点された。表2にトップ3チームの施設名と評価点数を示す。

来年も日本医用画像工学会大会においてコンテストを実施します。課題は、引き続き「肝臓領域内の血管腫の検出」の予定です。また、前処理として重要な肝臓領域抽出プログラム、および、肝臓・腫瘍正解データの配布も随時行っていますので、参加をご検討頂いている方は著者(kitasaka アット aitech.ac.jp)までご連絡ください。恒例になっておりますJAMIT・CAD勉強会(名古屋で開催)への参加も是非ご検討ください。

表 2 トップ3チームの施設名と評価点数

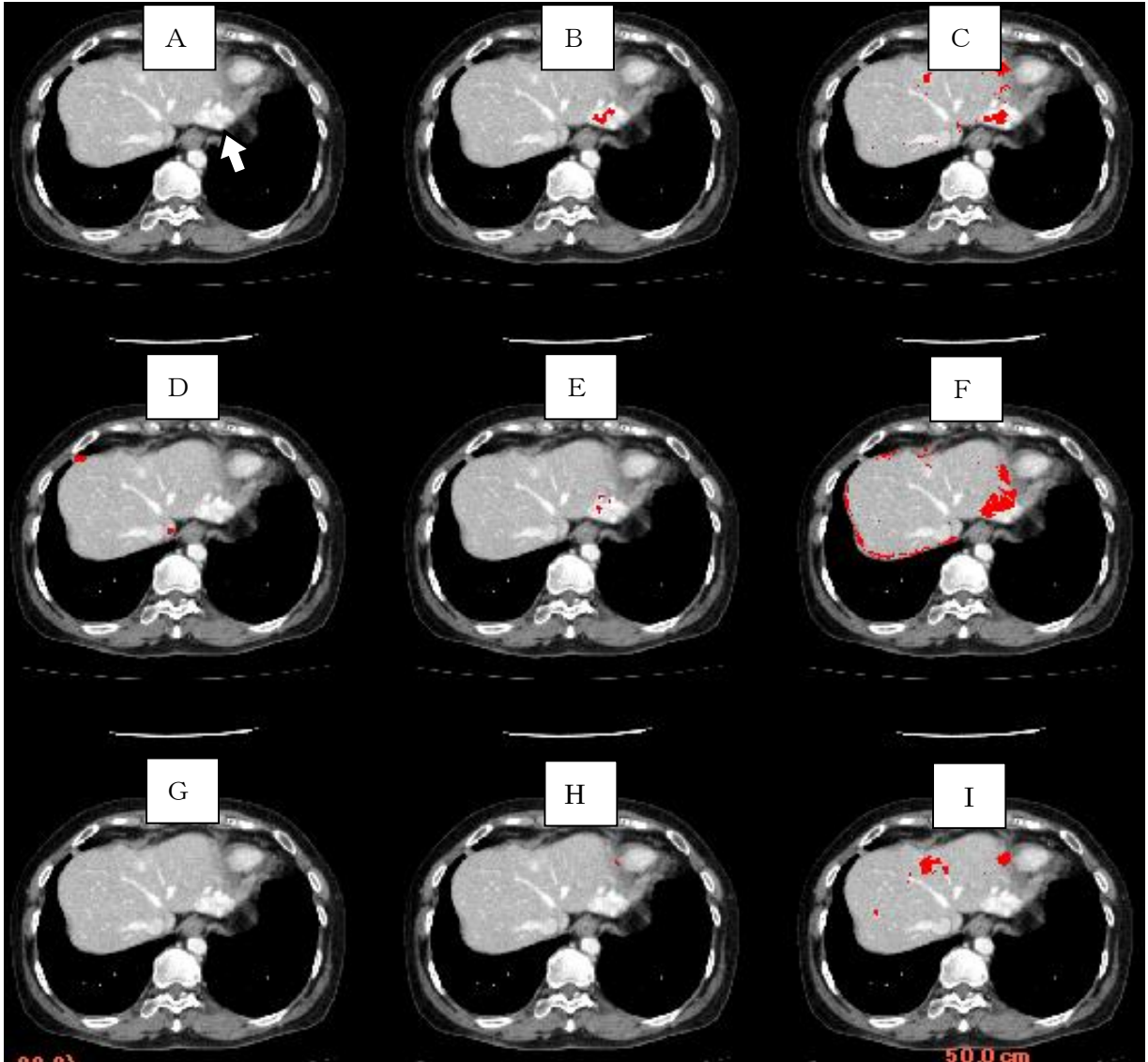
順位	施設名	評価点数
1位	中京大学	82
2位	愛知工業大学	68
3位	名古屋大学	65

2011 CAD コンテスト結果と総評

国際医療福祉大学 縄野 繁

●処理結果とコメント (抽出結果を重畳表示. 矢印部分が腫瘍)

CASE 1

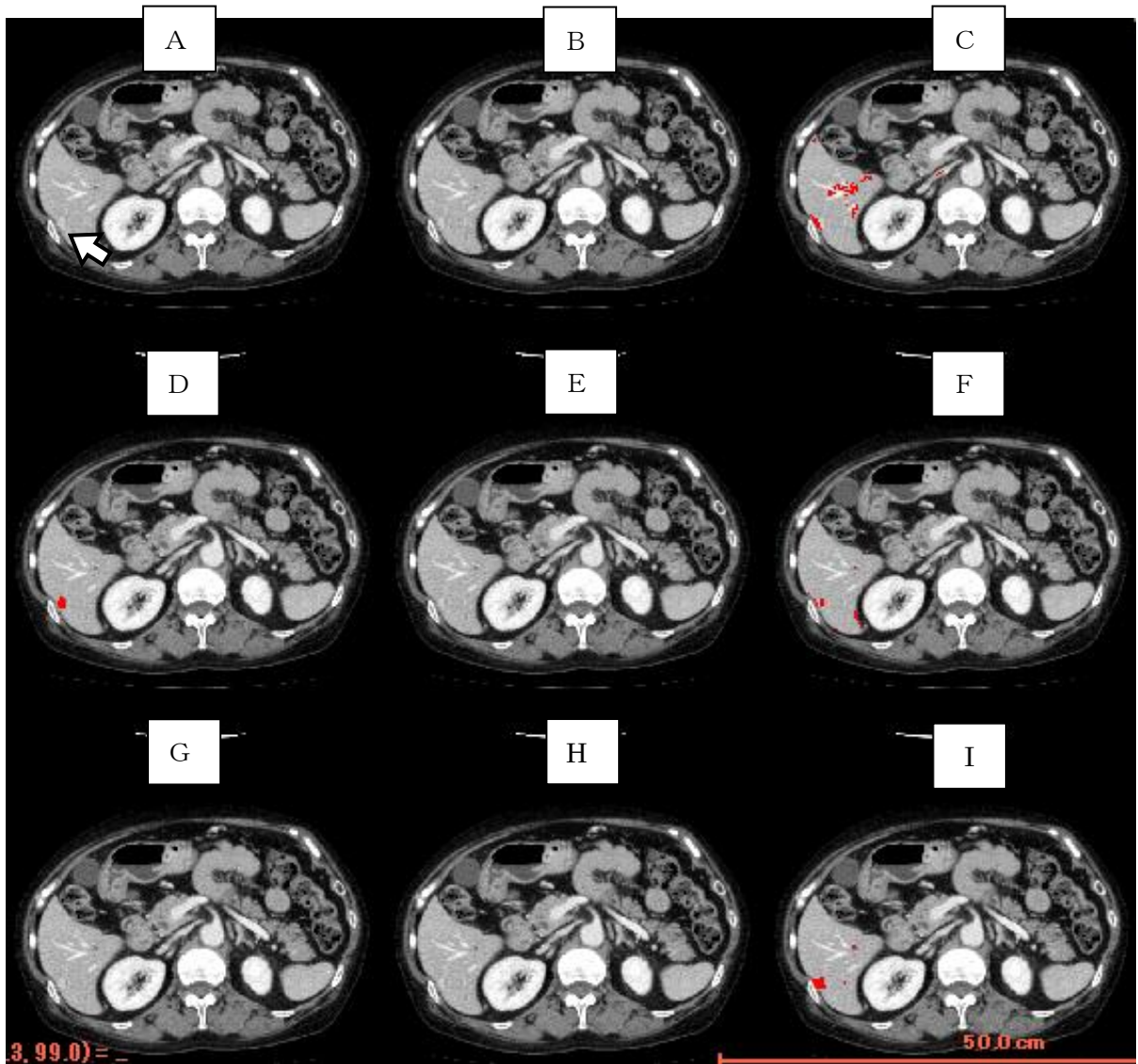


TP 数 (全 5 個)

A (2), B (4), C (5), D (2), E (5), F (5), G (4), H (2), I (4)

コメント: 大きな血管腫 2 つほどのチームも検出できていた. 高濃度値を示す明らかな血管腫を見落とす傾向があった.

CASE 2

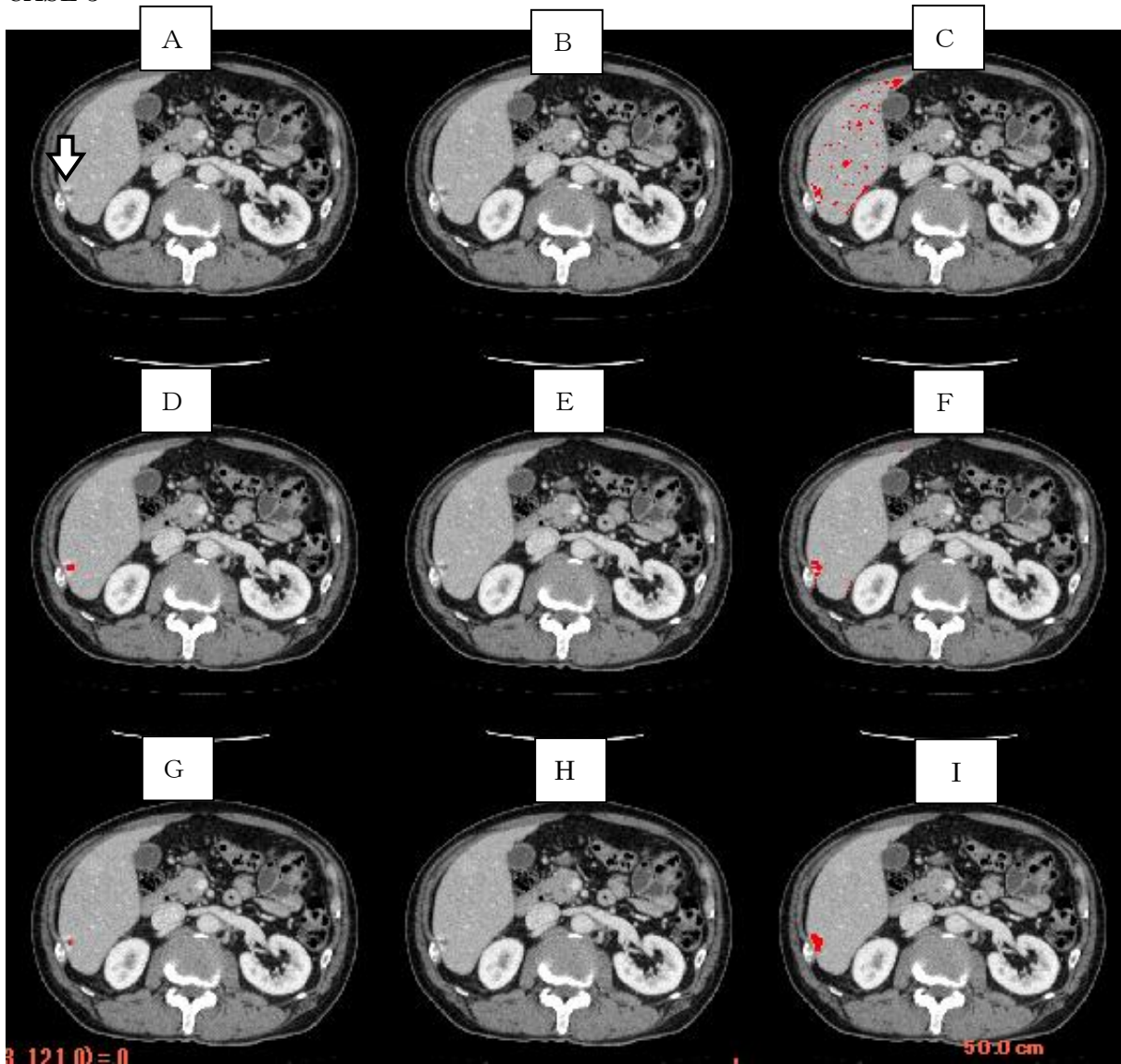


TP 数 (全 3 個)

A (1), B (1), C (3), D (3), E (2), F (3), G (2), H (1), I (3)

コメント：低濃度値を示す比較的大きい腫瘍は全チーム検出できていたが、辺縁の小さいもの、高濃度値を示す小さなものを見落とす傾向にあった。

CASE 3



TP 数 (全 2 個)

A (0), B (1), C (2), D (2), E (1), F (2), G (1), H (0), I (2)

コメント：肝臓辺縁の小さい腫瘍の見落としが 4 チームあった。高濃度領域を示す明らかな血管腫の見落としも 3 チームで見られた。

●総評

低濃度領域と高濃度領域が複雑に分布する血管腫は、当初、チャレンジングで相当難しい課題かと考えていたが、多くのチームが予想以上に精度良く検出できていた。見落としとして、肝臓辺縁の比較的小さい淡い腫瘍を検出できない傾向にあった。一方、高濃度値を示す明らかな血管腫を見落とす傾向もあった。このような見落としは好ましくないが、心臓付近に存在したため、心臓の FP を除外する際に誤って削除された可能性がある。アルゴリズムに工夫を凝らして、これらの腫瘍も検出してほしい。また、肝臓領域内の FP もなるべく減らしてほしい。

新常任幹事就任のご挨拶

周藤安造*

この8月まで編集委員長を務めさせて頂いておりました麻布大学の周藤でございます。

このたび赤塚孝雄会長より JAMIT 常任幹事として引き続き編集委員会を少し離れた立場で応援するよう命を受けました。新編集委員長は筑波大学の工藤博幸先生ですが、先生は私が申すまでもなく長らく編集委員、副編集委員長としての豊富な実績をお持ちであり、新しい体制で MIT 誌が更なる発展を遂げられるものと確信しております。

さて、このたびニューズレター編集委員会より、執筆の機会を与えていただき、光栄に思います。折角このような機会を与えていただきましたので、4年間の編集委員長としての職務を振り返り、それが今後の編集委員会活動の何かの参考になれば、赤塚会長の命の一端になるのではと思います、執筆させて頂いた次第であります。

顧みますに、私が4年前編集委員長を法政大学の尾川浩一先生から引き継いだときは、編集事業は出版、収支において、きわめて順調でした。ところが、その後、リーマン・ショックの発生により、広告収入の大幅な減収、また、投稿数の減少、別刷り代などの落ち込みにより、極端な言い方をすれば、JAMIT がはじめて経験する試練とも言える事態となり、編集事業についても大幅な見直しが避けられない状況となりました。常任幹事会を中心にさまざまな議論が行われ、たどり着いたのが機関誌の電子化でした。しかし、電子化にも

いろいろな選択肢があり、当初、自前での電子化を検討したのですが、セキュリティ対策、サーバ管理、システムメンテナンス、さらには新しい企画としての動画サービス対応など相当な支出を伴い、とても JAMIT の収支改善に繋がらないことが判明いたしました。そこで、J-STAGE に踏み切った次第であります。

J-STAGE は JST（独立行政法人科学技術振興機構）が今、最も重点的に取り組んでいる事業のひとつであり、システムメンテナンスなどいっさいの費用負担がない上に、セキュリティ対策やサーバ管理なども実績があり、安定しており、我々学協会としてのユーザは基本的には、論文データなどのコンテンツ制作とアップロードに伴う作業で済み、これまでの編集に関わる諸経費から印刷代、郵送費などが削除され、大幅なコストダウンが実現できました。

ここに至るまで、赤塚会長はじめ常任幹事会、編集委員会、事務局など大変多くの方のご支援、ご努力を頂き、改めて御礼申し上げます。

かかる電子化とともに私が取り組んだもうひとつの大きな課題に投稿増対策がありました。尾川先生のご努力でスタートしました査読付論文制度は画期的な試みであり、現在の編集事業を支えて来ていることは申すまでもありません。しかし、いつまでもこの制度に甘えては更なる発展は望めませんし、加えて徐々に投稿数が減る傾向にありました。そこで、当時の投稿担当副編集

* 麻布大学生命・環境科学部 〒252-5201 神奈川県相模原市中央区淵野辺 1-17-71

委員長の目加田慶人先生に投稿増対策として、冬季開催のメディカル・イメージング連合フォーラム発表者への MIT 誌への投稿呼び掛け、およびシステム開発論文枠の新設を提案して頂きました。まず、前者については、例年投稿の端境期になる時期の対策として、より効果をあげていくためには、関連する学会間でのコンセンサス固めなどが今後必要と感じました。

後者のシステム開発論文枠の新設については、その推進は、現投稿担当副編集委員長の湯浅哲也先生と現特集担当副編集委員長の木村裕一先生に引き継がれ、今年に至りようやく実現した次第です (Vol.29, No.3, pp.159-160 「システム開発論文」の創設について、ご参照)。

また、当時の特集担当副編集委員長の増谷佳孝先生は、従来の依頼形式のみの特集論文を公募も含めた企画にシフトすることによる投稿増効果を提案頂き、2011年11月号の英文論文特集と2012年3月号のシステム開発論文特集により、部分的ではありますが、実現することになりました。この2つの特集企画は、査読付論文特集(例年9月号)を除けば執筆依頼に基づかない、はじめての特集企画となりますが、このような企画が本当に定着するにはまだ少し期日を要すように思います。

在任中の心残りはたくさんありますが、そのひとつが「英文誌の発行」という課題でした。今後、MIT 誌が J-STAGE 上でより国際的な機関誌へと発展を遂げ、その存在を広く世界に向けてアピールするには英文論文が有効であることは言うまでもありません。方法論的には、今の状態で英文論文を大幅に増やすか、独自あるいは学会間で連携して発行することになるかと思えます。いずれの方法もいろいろ難題がありますが、インパクトファクタは JAMIT でこれまでも検討されてきた一大挑戦でもあり、無下に先送りするのも問題ですが、一方で、急がば回れ、ということもあります。じっくり足場を固め、攻めるのも結局近道になるかも知れません。

いずれにしろ、今後、編集委員会を中心に常任幹事会などとの密接な連携により、問題解決に向けた検討が必要になるのではないのでしょうか。

以上、大変雑駁な取りとめのない回想というか反省になりましたが、4年間の編集委員長としての期間、支えて頂いた多くの会員の皆様に感謝しつつ、今後この浅薄な経験を生かし、JAMIT の発展のために微力ながら何かお役に立てれば望外の喜びとするところであります。

MIT 誌編集委員長への就任にあたって

工藤博幸*

今年8月から、前々編集委員長の尾川浩一先生（法政大学）、前編集委員長の周藤安造先生（麻布大学）の後を引き継いで編集委員長に就任しました。MIT 誌は私が学生の頃から最も愛着がある雑誌でしたので、微力ながら引き受ける決心をしました。尾川先生の最大の実績は大会査読付き論文制度を導入してMIT 誌のアクティビティを高めたこと、周藤先生の最大の実績はJ-STAGEへの移行を実現してMIT 誌の新しい様式を確立したことです。私も、任期中にこれらの実績に匹敵する実績を挙げようと、今大きなプレッシャーを感じています。MIT 誌の改革の方向としては、様々な国内雑誌が試みているように英文化を進めIF（インパクトファクター）が付くようにすることなども考えられると思いますが、私は『論文投稿者と読者に信頼される雑誌』ということをもっと大切にしたいと考えています。投稿者に信頼される雑誌とは、査読プロセスや掲載プロセスが親切かつ適正で投稿者に疑念を抱かせず更なる投稿意欲を湧かせることです。読者に信頼される雑誌とは、この雑誌の論文は内容も編集もしっかり行われていると感じさせることです。あたり前のことで口で言うのは簡単ですが、なかなか実現するのは難しいように思います。どうぞよろしく願いいたします。

工学系の学術雑誌には、以下の箇条書きにまとめられる3つの側面があります。

- トップレベルの研究者や研究グループが研究成果を報告して競い合う学術の場
- 学生や若手研究者が論文投稿を通して学修や経験を積む教育の場
- 企業の方々が最先端の研究成果に関する情報を得る産業の場

これらの3つの場のバランスを上手く考慮して雑誌発行を行っていききたいというのが、私が考えている基本方針です。各側面からMIT 誌が魅力的なものになる方策は幾つかあると思いますが、編集委員の先生方と力を合わせて新しいアイデアを取り入れて精一杯頑張っていきます。

新名誉会員就任のご挨拶

鳥脇純一郎*

このほど本学会（以下 JAMIT と書きます）の名誉会員になりました。私は 1998 年 3 月に名古屋大学工学部を定年退職し、その後 4 月から中京大学情報科学部および生命システム工学部に 2010 年 3 月まで勤務し、そこも定年退職して今は無職です。最近数年は発表できるような研究は行っていませんので私がどんな研究をやったのかご存じない会員も多いと思います。そこで私の自己紹介を兼ねて若い頃の研究を簡単に紹介させていただきます。

私は名古屋大学大学院工学研究科博士課程中頃（昭和 41, 2 年頃）から胸部 X 線写真の画像処理（今で言う CAD（本文では Computer Aided diagnosis の意味で用いる）、当時はこの言葉は有りませんでした）の研究を行ってきました。もちろん CT はありませんでしたし、そもそもデジタル計算機がまだ珍しかった時代です。本学会もまだ発足前でした。本学会の前身であるシンポジウム「第一回 CT の物理技術的諸問題研究会」の開催（1978 年）をよく覚えています。以来医用画像処理とのおつきあいは 40 年以上になります。私の多少とも関係した研究テーマの中では、形の科学と並んで一番長く続けているものです。これはイメージング技術の発展によって次々に新しい局面が開けてきたこと、それにも関わらず人体には未知の問題がいつまでも残り続けたことがあると思います。

文献(1)が医用画像処理関係で学会誌に掲載された私の最初の論文です。今で言う胸部 X 線像の正常構造の認識にあたりますが、人が見れば直ぐに分かる、しかも特に病気とは関係ない肋骨像などを認識して何になる？と言うわけで当時の評判は芳しくありませんでした。掲載誌「医用電子と生体工学」は当時発足 5 年目くらいの新興学会で今の生体医工学会、しばらく前の日本エムイー学会です。当時医用画像処理などに興味を示してくれたのはこの学会くらいでした。

次の文献(2)は英文の記録を残しておきたいと言う筆者の希望を汲んで当時の指導教官の福村晃夫先生（当時名古屋大学工学部）のお骨折りで名古屋大学工学部の紀要に載せて頂いたものです。自動読影などと大それた言葉を内心は恐る恐る使いました。今になってみると、世界で最初に胸部 X 線像の CAD に挑戦したことを示す貴重な論文かも知れないとちょっぴり誇りに思っています。

では本学会に最初に研究発表したのはいつ頃だったかと言えば、多分文献(3)ではないかと思います。タイトルから推してこれは依頼講演だったようです。既に筆者の医用画像処理の研究開始から 20 年以上経過しています。この頃になると医用画像の CAD は一つの分野として認知されていたでしょう。多分、この辺りから各種の医用画像の CAD に関する画像処理の研究発表も急速に増加していたと思います。このときの発表には胸部だけではなくて胃の X 線像の CAD も入れています。丁度肺だけでなく胃の X 線像についても CAD の可能性を調べ始めた頃だったのだと思います。JAMIT は何となくイメージングのハードウェアよりの学会のような印象をもっていました、これで CAD や医用画像の認識など

* 名古屋大学名誉教授

も議論して頂けると分かりまして、以後は殆どすべての年次大会で発表させて頂きました。

今話題のCTの画像処理に関する研究を私が初めて発表したのは(5)です。それ以後これほど急速に進むとは予想しませんでした。

では本学会誌への論文発表はいつ頃からかと調べてみましたら、(6)が有りました。しかも1994年度の論文賞を頂いています。これは東京での学会(多分厚生省(現厚労省)がん研究助成金の班会議でしたか)での質疑から着想を得て名古屋までの新幹線の中で一気に構想をまとめ、あらましの原稿まで書いた事を思い出します。この質疑を出されたのが論文の共著者の一人山本真司さん(当時日立製作所中央研究所)です。当時は東京・名古屋間は「ひかり」でも2時間半余りかかりましたから(「のぞみ」はまだ有りませんでした)、こういう芸当が出来ました。今は新幹線も速くなりすぎ、私自身もパワーが無くなってこんなことは二度と出来ません。そういう意味では会心の論文の一つです。

胸部X線写真のCADはこれより少し前の1980年頃にやっと自分なりに形ができたと思えるものが出てきました。それを纏めたのが文献(13)です。でもこの頃になるとX線診断の中心は次第に新顔のX線CT像に移り始めました。もっとも私が勝手にそう感じただけだったかも知れませんが。それに関心の対象となる疾患も結核からがんに移行し始めたように見えました。そこで、ここまでやって来たことをまとめるつもりで、(12)と(13)を書きました。

今見ますと、このあたりまでが私の医用画像処理の第一期と言えそうです。CADと私の関わりの始まりの頃については(7)と(8)にもっと詳しく書きました。

私が関係した医用画像処理の研究は続いて二期、三期を迎えますが、実はこれから自分でも予想もなかった大発展になります。主な話題を言えば3次元デジタル画像処理の理論、外科手術シミュレーション、人体の仮想化、バーチャルエンドスコーピー、コンピュータ外科、等々驚くべき多彩な話題が目白押しです。これらは本文の範囲では到底書ききれませんが、一部は(8)~(11)、(14)~(17)書きましたので参照下されれば嬉しく思います。

本学会でも、学会講演、論文等数え切れない発表をさせて頂きました。そして、その都度非常に有益な討論を頂き、厳しく貴重なご指摘を頂きました。本当に深く感謝しております。

そして最後にもう一つ本学会からは非常に大事なご援助を頂きました。私も創設のお手伝いをしたCAD中心の学会コンピュータ支援画像診断学会(Society of Computer Aided Diagnosis of Medical Images 略称CADM)(1990年発足)が諸般の事情により学会としての活動を2008年に終了した際にJAMITと合併して、しかもその中でCAD研究会として活動することを認めて頂いたことです。この結果実質的にCADM会員はこれまで同様の研究活動が続けられることになりました。JAMIT会長以下事務局に至るまでお世話になりました皆様に厚く御礼申し上げます次第です。

医用画像は、2次元画像から3次元画像へ、さらには3次元動画へと大発展を遂げてきました。文科省科研費によるご支援によって「知的画像診断支援」(2003~2006)、「計算解剖学」(2009~)と言う大きなプロジェクトが相次いで行われるまでになりました。医用画像処理が今後どのように発展していくかを見ることを楽しみにしております。

一方では急速に発展してきた医用画像処理の分野の歴史と成果を折に触れて記録しておくことも次の発展のためには重要であろうと考えています。(7)~(17)はそのささやかな試みです。機会が有りましたらご覧頂ければ幸いです。文末にCADとCADM関係の簡単な年表を添えます。これは筆者と共にCADM史編集作業に携わった同会元会長長谷川純一先生(中京大学)の了解を得て(7)から転載しました。この中に誤りや脱落に気づいた方は是非筆者まで連絡頂きますようお願いいたします。

参考文献

- (1) 鳥脇純一郎、福村晃夫、小池和夫、高木良雄：胸部X線写真の濃度分布の性質と肋骨境界の自動識別、医用電子と生体工学、5, 3, pp.182-191 (10-19), July 1967
- (2) J.Toriwaki and T. Fukumura：The Program System for Image Processing and Its Application to Automatic Interpretation System of Chest Roentgenograms, Memoirs of the Faculty of Engineering, Nagoya Univ., 20, 2, pp.458-473, Nov.1968
- (3) 鳥脇純一郎：X線像の計算機診断—歴史と現状、第12回日本医用画像工学会（JAMIT）セミナ「X線像の計算機診断—知的医用画像システムを目指して」抄録集、pp.1-4（1991.11）
- (4) 鳥脇純一郎、長谷川純一、縄野繁、山田達哉：二重造影像による胃癌診断、第12回日本医用画像工学会（JAMIT）セミナ「X線像の計算機診断—知的医用画像システムを目指して」抄録集、pp.9-12（1991.11）
- (5) 加藤正雄、長谷川純一、鳥脇純一郎、福村晃夫：頭部CT像における成分図形抽出の実験的検討、昭和54年度電気関係学会東海支部連合大会講演論文集、p.335（1979.10）
- (6) 清水昭伸、鳥脇純一郎、山本真司：画像処理による計算機支援スクリーニングシステムの確率モデルと評価—X線像診断型スクリーニングの場合、Medical Imaging Technology, 11, 5, pp.645-652（1993.12）
- (7) 鳥脇純一郎、長谷川純一：医用画像処理50年の印象記 その1 コンピュータ支援画像診断の研究はいつから始まったか、中京大学情報理工学部テクニカルレポート、Report No.2011-1-01（2011.08-09）
- (8) 鳥脇純一郎：私の研究遍歴、その1、信号処理、13, 5, pp.389-401（2009.9）
- (9) 鳥脇純一郎：私の研究遍歴、その2、信号処理、14, 1, pp.23-38（2010.1）
- (10) 鳥脇純一郎：私の研究遍歴、その3、信号処理、14, 2, pp.97-106（2010.3）
- (11) 鳥脇純一郎：私の研究遍歴、その4、信号処理、14, 3, pp.189-200（2010.5）
- (12) 鳥脇純一郎、館野之男、飯沼武編著：医用X線像のコンピュータ診断、シュブリンガー・フェアラーク東京（1994.12）
- (13) 長谷川純一、鳥脇純一郎、福村晃夫：間接撮影胸部X線写真の自動スクリーニングのためのソフトウェアシステムA I S C R—V 3について、電子通信学会論文誌 J66-D,10、 pp.1145-1152（1983.10）
- (14) 鳥純一郎編著、長谷川純一、清水昭伸、平野靖共著：画像情報処理（I）解析・認識編、コロナ社、2005.6（日本エムイー学会教科書シリーズ）
- (15) 鳥脇純一郎編著、森健策、平野靖共著：画像情報処理（II）グラフィクス、表示編、コロナ社、（日本エムイー学会教科書シリーズ）2008.10
- (16) 鳥脇純一郎監修、村上伸一著：3次元画像処理入門、東京電機大学出版局、2010.1
- (17) J.Toriwaki and H.Yoshida: Fundamentals of Three-dimensional Image Processing, Springer-Verlag, 2009.5

付録1 CAD 関連事項の年表

- 1967年6月：鳥脇、福村が日本ME学会放射線関連装置委員会研究会において、胸部X線写真のCADに関する論文を発表
- 1968年4月：厚生省がん研究助成金梅垣班発足（課題名：がん診断治療への医用情報処理の応用に関する研究 代表：梅垣洋一郎）

- 1973年：G.N.Hounsfield らが CT 装置の論文を発表（British J. of Radiology, 1973）
- 1977年4月：厚生省がん研究助成金飯沼班発足（課題名：映像(imaging)によるがん診断技術の開発 代表：飯沼武）
- 1978年1月：シンポジウム「第1回 CT の物理技術的諸問題」開催。富士フィルム本社講堂。後に、CT 物理技術研究会（1981～1983）、医用画像工学研究会（1983～1986）を経て日本医用画像学会（JAMIT）に発展（1986～）。
- 1982年4月：厚生省がん研究助成金館野班発足（課題名：がんにおけるデジタルエックス線診断に関する研究 代表：館野之男）
- 1983年：デジタルラジオグラフィの論文発表（園田、高野、宮原、加藤：Radiology）
- 1985年4月：厚生省がん研究助成金飯沼班発足（課題名：がんにおけるデジタルエックス線診断に関する研究 代表：飯沼武）
- 1986年：日本医用画像工学会（JAMIT）発足（会長：桑原道義）
- 1987年4月：厚生省がん研究助成金鳥脇班発足（課題名：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 代表：鳥脇純一郎）
- 1989年4月：厚生省がん研究助成金鳥脇班発足（課題名：デジタル X 線像によるがんの自動診断システムの開発 代表：鳥脇純一郎）
- 1990年：国際会議 VBC（Visualization in Biomedical Computing）開催
これが可視化中心の会議の嚆矢と思う。以後、1990, 92, 94, 96 に開催。以後、実質的に CARS および MICCAI に引き継がれた形になったと思う。
- 1991年4月：厚生省がん研究助成金小畑班発足（課題名：デジタル X 線像処理によるがんの読影診断の自動化システムの開発 代表：小畑秀文）
- 1991年12月：コンピュータ支援画像診断学会（CADM）発足
- 1992年9月：日本コンピュータ外科学会（JSCAS）発足
- 1993年4月：厚生省がん研究助成金小畑班発足（課題名：デジタル X 線像処理に基づくがん検診用自動スクリーニングシステムの開発 代表：小畑秀文）
- 1993年12月：Vining らがバーチャルエンドスコープの論文を発表（RSNA）
- 1994年7月：森、鳥脇、片田、安野がオンラインで視点移動可能なバーチャルエンドスコープの論文を発表（3次元画像コンファレンス、東京）
- 1994年：国際コンピュータ外科学会（International Society of CAS ; ISCAS）発足
- 1994年：CAS 分野の国際会議 MRCAS (Medical Robotics and Computer Assisted Surgery) 第1回開催。以後、1995年まで続く。
- 1994年：メディカルイメージング連合フォーラム（JAMIT Frontier）発足。以後毎年開催
- 1995年4月：厚生省がん研究助成金鳥脇班発足（課題名：多元デジタル X 線像処理に基づくがんの画像診断自動化システムの開発 代表：鳥脇純一郎）
- 1995年：CAS 分野の国際会議 CVRMed (Computer Vision, Virtual Reality and Robotics in Medicine) 第1回開催。以後、1997年まで続く。
- 1996年5月：日本バーチャル・リアリティ学会（VRSJ）発足
- 1997年4月：厚生省がん研究助成金鳥脇班発足（課題名：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 代表：鳥脇純一郎）
- 1998年：国際会議 MICCAI (Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention) 第一

回開催。以後、毎年開催。

- 1998年6月：米国 R2 Technology 社がマンモグラフィ用 CAD 装置では世界初の商用機 ImageChecker を発売。
- 1999年4月：厚生省がん研究助成金長谷川班発足（課題名：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 代表：長谷川純一）
- 1999年5月：電子情報通信学会医用画像研究会（MI研）発足（委員長：鳥脇純一郎）
- 1999年9月：CADに関する第1回国際ワークショップ開催（委員長：K. Doi、Univ. of Chicago）、以後、CAD部門が国際会議 CARS に加わる。
- 2001年4月：厚生労働省がん研究助成金長谷川班発足（課題名：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 代表：長谷川純一）
- 2001年：VR医学会発足
- 2003年4月：厚生労働省がん研究助成金縄野班発足（課題名：デジタル画像を利用した診断支援システムの開発と利用に関する研究 代表：縄野繁）
- 2003年4月：文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「知的画像診断支援」プロジェクト発足（課題名：多次元医用画像の知的診断支援（4年間） 領域代表：小畑秀文）
- 2005年4月：厚生労働省がん研究助成金縄野班発足（課題名：デジタル画像を利用した診断支援システムの開発と利用に関する研究 代表：縄野繁）
- 2007年4月：厚生労働省がん研究助成金長谷川班発足（課題名：デジタル画像処理によるがん診断支援システムの開発と利用に関する研究 代表：長谷川純一）
- 2008年：乳がん集検支援用装置の国産商用機が出る。
- 2009年4月：厚生労働省がん研究助成金飯沼班発足（課題名：デジタル画像処理によるがん診断支援システムの開発と利用に関する研究 代表：飯沼元）
- 2009年4月：文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究「計算解剖学」プロジェクト発足（課題名：医用画像に基づく計算解剖学の創成と診断・治療支援の高度化（5年間） 領域代表：小畑秀文）

付録 2 コンピュータ支援画像診断学会（CADM）の年表

- | | |
|----------------|---|
| 1991年12月20日 | 第1回年次大会開催（兼 CADM 設立総会） 学士会館
学会名称をコンピュータ支援画像診断学会とする。英文名称は Computer Aided Medical Image Diagnosis（略称：CADM）とする。 |
| 1992年2月 | 会長に館野之男が就任。事務局は東京農工大学小畑研究室。 |
| 1992年10月20日 | 第2回年次大会開催 名古屋大学 大会長：鳥脇純一郎 |
| 1993年10月22,23日 | 第3回年次大会開催 徳島大学 大会長：西谷弘 |
| 1994年10月15,16日 | 第4回年次大会開催 東京慈恵会医科大学 大会長：小畑秀文
この年より CAS との年次大会共同開催が始まる |
| 1994年10月 | 会長に鳥脇純一郎が就任 |
| 1995年10月12,13日 | 第5回年次大会開催 国立がんセンター 大会長：牛尾恭輔 |
| 1996年10月2,3日 | 第6回年次大会開催 名古屋大学 大会長：山本真司 |
| 1997年10月4,5日 | 第7回年次大会開催 札幌医科大学 大会長：名取博 |
| 1997年 | CADM 論文誌を J-STAGE のインターネット論文誌に移行 |

- 1998年9月26,27日 第8回年次大会開催 東京大学 大会長：飯沼武
- 1999年11月5,6日 第9回年次大会開催 京都リサーチパーク 大会長：前田知穂
- 2000年10月30,31日 第10回年次大会開催 東京工業大学 大会長：松本徹
- 2001年11月11,12日 第11回年次大会開催 九州大学 大会長：縄野繁
- 2001年10月 会長に小畑秀文が就任
- 2002年11月30日,12月1日 第12回年次大会開催 大阪大学 大会長：田村進一
- 2002年11月30日 第1回CADコンテスト開催（大会会場にて） 委員長：縄野繁
以後、年次大会の会場において毎年コンテストを開催
- 2003年12月13,14日 第13回年次大会開催 名古屋大学 大会長：遠藤登喜子
- 2004年10月 会長に長谷川純一が就任
- 2004年12月11,12日 第14回年次大会開催 早稲田大学 大会長：加藤豊
- 2004年 学会事務局業務を(有)クァンタムに委託
- 2005年11月20,21日 第15回年次大会開催 海外職業訓練センター 大会長：森久保寛
- 2006年10月28,29日 第16回年次大会開催 東京慈恵会医科大学 大会長：椎名毅
- 2007年11月3,4日 第17回年次大会開催 広島大学 大会長：森雅樹
- 2008年8月5,6日 第18回年次大会開催（JAMITと共催） 法政大学：尾川浩一
- 2008年9月30日 CADM活動終了
- 2008年10月1日 日本医用画像工学会（JAMIT）と合併



マルチアトラス法：“レジストレーションによるセグメンテーション”の最近の進展

佐藤嘉伸*

1. はじめに

人体構造は個体差があるものの基本構造はほぼ同じであるので、あらかじめセグメンテーションされた画像、すなわち、原画像とラベル画像を1セット（ここでは、この1個体のラベル画像を“アトラス”と呼ぶ）用意しておき、アトラスの原画像とセグメンテーションしたい対象画像を非剛体レジストレーションし、得られた変形場でアトラスのラベル画像を変形することにより、対象画像のラベル画像（セグメンテーション結果）を得ることができる。この方法は、「レジストレーションによるセグメンテーション（Segmentation by Registration）」と呼ばれる。上記の単純な方法では、適用範囲、性能に限界があり実用的で無い場合が多いが、最近の研究では、多数のアトラスを用いる“マルチアトラス法”が提案され、有用性が示されている[1,2]。本稿では、この手法の使用経験について述べ、我々のグループによる拡張版に言及する。

2. マルチアトラス法の概要

複数アトラスのそれぞれに対して、1アトラスを用いる場合の手法を適用すると、複数のセグメンテーション結果が得られる。マルチアトラス法では、ラベル毎に、複数のセグメンテーション結果を重み付き加算し、ある閾値以上の領域をセグメンテーション結果とする。その際、重みは、非剛体レジストレーション結果の類似度（正規化相互相関や相互情報量など）に比例するよう設定する。このように複数の結果を統合する処理は、**decision fusion** と呼ばれる。

事前処理として、複数アトラスから、有用な一部のアトラスを選択する。まず、複数のアトラスの中で最良アトラスを選択する。各アトラスを用いて最も単純な1アトラスによるセグメンテー

ションを、残りのデータで行い（Leave-one-out 交差検定）、最も高精度なセグメンテーションを達成したアトラスを選ぶ。次に、選択された最良アトラスを固定して、各アトラスを順に用いて2アトラスによるマルチアトラス法を行い、最も高精度でセグメンテーションできるよう2番目のアトラスを選ぶ。以後、同様に、精度が向上する限り、アトラスの選択・追加を行うが、ある一定数以上になると、追加しても精度が低下するので、精度が最高になるアトラス数を選択する。

3. マルチアトラス法の腹部CTへの応用

マルチアトラス法（あるいは、その類似手法）は、MR画像からの脳の解剖学的部位セグメンテーション[1]、胸部単純CT画像から大動脈と心臓のセグメンテーション[2]において高い有効性が示されている。我々は、腹部CT画像のセグメンテーションに取り組んでおり、本手法を適用してみた。なお、名古屋大学の森健策先生のグループでも、我々より早期に腹部CTへの適用を行っており、すでに電子情報通信学会の医用画像研究会で報告している[3]。我々は、本手法を、腹部の複数臓器、具体的には、肝臓、脾臓、腎臓、胃、胆嚢、膵臓のセグメンテーションに適用した。結果は悪いものではなかったが、一方で、従来の統計モデルベースの方法以上の性能を発揮することは難しいと感じた。腹部は、脳や胸部と異なり、おそらく、（1）各臓器の配置の個体差が大きく個体間の変形が大きい、（2）不連続な変形成分が大きく個体間変形を滑らかな変形で近似するのに無理がある、という2つの理由で、そのまま適用しても、十分な精度が得られない印象であった。2009年にスタートした文科省科研費・新学術領域「計算解剖学」（領域代表：小畑秀文）では、体幹部の解剖は、（すでに研究が進んでいる）脳

* 大阪大学大学院医学系研究科 〒565-0871 大阪府吹田市山田山 2-2

と異なり複数臓器が関係し合い個体差が大きいことから、新しい方法論の構築が必要であると主張しているが、以上の実験からも、腹部臓器については、脳で有効な方法の単純適用だけでは、臨床的に役立つ水準は難しそうであり、新学術領域「計算解剖学」の目的の正当性が裏付けられているといえる。

4. マルチアトラス法の拡張と股関節 CT への応用

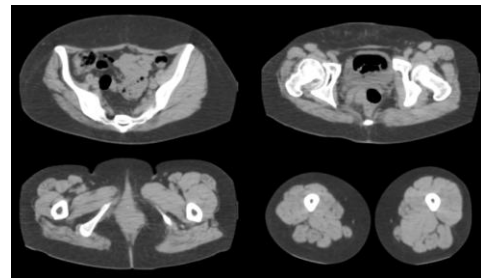
我々は、腹部CTに加えて、股関節CTのセグメンテーションにも取り組んでいる。骨（骨盤、大腿骨、大腿骨の髓腔）については、すでに統計モデルベースの方法で良好な結果を得ており、筋肉のセグメンテーションに適用した。まず、20症例を用いて筋肉組織領域（個々の筋肉ではなく、それらすべてを含む領域）のセグメンテーションに適用した。図1(a)に股関節単純CT画像を示す。筋肉組織領域は、腿の付近については、骨と筋肉と脂肪で比較的コントラストがついている。しかし、骨盤内については、筋肉と他の臓器のコントラストが不十分であり、アトラスベースの方法は有効である。アトラスの画像データと非剛体レジストレーションを行う前に、まず、既抽出の骨盤領域、大腿骨領域、皮膚（の内部）領域のラベル画像による非剛体レジストレーションで正規化した後、本手法を適用した。筋肉組織領域については、一致度（Jaccard index）が、20症例の平均が93%程度であり、良好な精度が得られた。結果の例を図1(b)に示す。

筋肉組織領域のラベル画像による正規化をした後、個々の筋肉（3筋肉）についても、本手法を適用し、まずまずの結果を得た。しかし、大きな誤差を伴う場合もあり、統計モデルによる予測との併用を試みた[4]。まず、統計モデルによる予測で対象筋肉の位置・形状を予測し、その予測形状のラベル画像を使った非剛体レジストレーション結果を初期値として、マルチアトラス法を適用した。その結果、一致度は有意に向上した。さらに、自動抽出された皮膚・骨格・筋肉組織・3筋肉領域の非剛体レジストレーションにより正規化・初期化し、1アトラスの非剛体レジストレーションにより18筋肉のセグメンテーションを試みた。図1(c)に結果の例を示す。（実は、一方

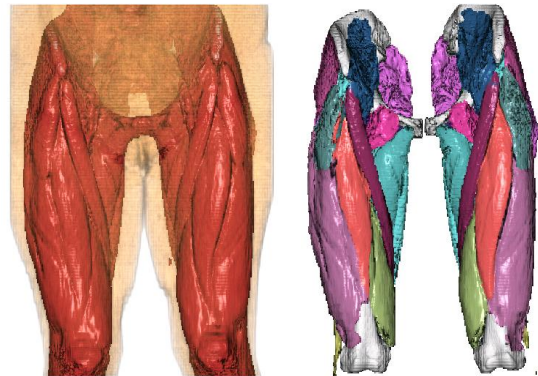
の脚は正規化・初期化の際に統計モデルによる予測を用いており、他方では用いていない。結果の違いは見て取れるが説明は割愛する。）このように、段階的なセグメンテーション、それを用いた正規化を行っていき、さらに統計モデルによる予測を組み合わせることにより良好なセグメンテーションを行える見通しを得た。

5. おわりに

非剛体レジストレーションをフル活用する手法であるマルチアトラス法によるセグメンテーションを紹介した。段階的な適用、統計モデルとの組合せにより、大変形や変形場の不連続性にも対処できる可能性を述べた。腹部臓器セグメンテーションにおける有効な活用法は今後の課題である。



(a)



(b)

(c)

図1 股関節CT画像からの筋肉セグメンテーション。(a) 原画像。(b) 筋肉組織領域。(c) 18種の筋肉領域。

参考文献

- [1] Heckemann, et al. NeuroImage 33 (2006) 115-126.
- [2] Isgum et al. IEEE T Med Imaging 28 (2009) 1000-1010.
- [3] 森他, 信学会医用画像研究会, 2010年1月, MI2009-116.
- [4] 横田他, 信学会医用画像研究会, 2011年11月, MI2011-75.

脳イメージングにおける機能画像と形態画像の融合の在り方 —MRI 情報を利用した SPECT/PET 画像再構成法—

工藤博幸*

機能画像と形態画像の融合の在り方

認知症やてんかんなどの脳疾患の診断には、MRI で撮影した形態画像と SPECT/PET で撮影した機能画像の両者が用いられる。この形態画像と機能画像の融合の在り方としては、以下の3つのレベルが存在する。

レベル1：MRI 画像と SPECT/PET 画像は別々の装置で互いに独立に生成され、診断を行う際に医師が両者を併用したり融合表示を行ったりする。

レベル2：SPECT/PET 画像から画像処理により病変を検出する際に、何らかの形で MRI 画像の情報を活用する。

レベル3：形態画像と機能画像を独立に生成するのではなく、MRI 画像を事前情報として SPECT/PET の画質改善や画像再構成に利用して、機能画像の画質を向上させる。

現状では、上記のうちレベル1までしか実用化されていない。レベル2に属する研究としては、筆者らが提唱した FUSE が挙げられる [1]。また、レベル3に属する研究としては、1) Mueller-Gaertner の部分容積効果補正法 [2]、2) MRI 画像を事前情報として SPECT/PET の画像生成に利用する画像再構成法 [3]-[5]、など一部の研究が行われている。筆者らは、レベル2とレベル3の実用化と研究を活発に進めるべきと考えている。

MRI 情報を用いた SPECT/PET 画像再構成法 (解剖学的 MAP 法)

以降では、筆者らが行ったレベル3に属する研究として、MRI 画像を事前情報に利用する SPECT/PET 画像再構成法である解剖学的 MAP (Anatomical MAP) 法を紹介する [5]。脳 SPECT/PET イメージングでは、部分容積効果や統計雑音の影響により、画像の高周波成分を正確に復元することが難しく、灰白質と白質の境界がぼけて再構成され定量性も低下して、診断に支障を与える。そこで、同一患者の位置合わせされた MRI 画像を利用して、灰白質と白質の境界を鮮明に復元するのみならず、MRI 画像に写っていない病変の検出しやすさも高める画像再構成法が、解剖学的 MAP 法である。

以下にその原理を説明する。脳 SPECT/PET イメージングの多くの目的は、血流・代謝量が大きい灰白質領域内に存在する病変を表すスポットを発見することである。そこで、図1に示すように、対象画像 \mathbf{x} を灰白質・白質・CSF・その他の各領域で滑らかに変化する背景画像 \mathbf{b} と病変を表す疎(スパース)な性質を持つスポット画像 \mathbf{s} の和でモデル化する。この画像モデルを Spots-On-Smooth (SOS) モデルと呼ぶ。解剖学的 MAP 法は、SOS モデルで表される画像を、背景の雑音を抑制してかつスポットのコントラストを保存して、スポットを検出しやすく再構成する

* 筑波大学システム情報系情報工学域 〒305-8573 茨城県つくば市天王台 1-1-1

ことを目的とする。具体的な画像再構成の手順は、以下の2つのステップからなる。

[STEP 1] (テンプレート画像の作成) 図2に示す手順により同一患者の位置合わせされた MRI 画像に画像処理を施して、灰白質・白質・CSF・その他の各領域における濃度変化が滑らかでスポットがない血流・代謝を持つ背景画像 **b** を模擬したテンプレート画像 **m** を作成する。

[STEP 2] (画像再構成) テンプレート画像 **m** の情報を利用して構成した以降で説明する評価関数を最小化することにより、画像再構成を行う。

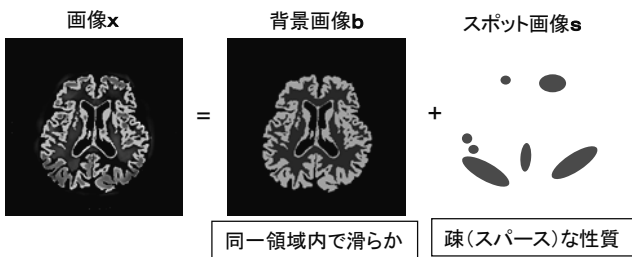


図1 SOS (Spots on Smooth) 画像モデル

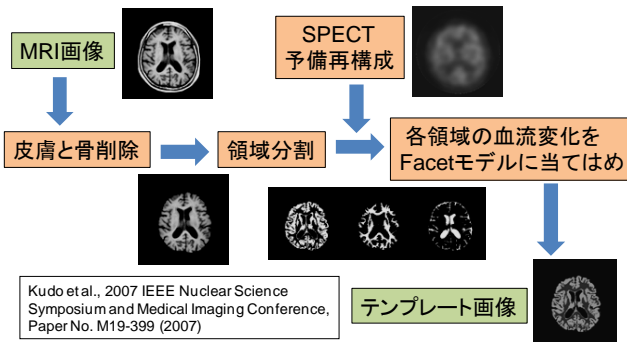


図2 テンプレート画像作成の画像処理手順

解剖学的 MAP 法のキーである画像再構成の評価関数は、以下のように構成される。再構成画像を **x** で表すと、通常の MAP 再構成における評価関数 $f(\mathbf{x})$ は、(負の)対数尤度関数 $L(\mathbf{x})$ と統計雑音を抑制する Gibbs 平滑化関数 $U(\mathbf{x})$ の和により構成される。これに対して、解剖学的 MAP 法では以下の3項からなる評価関数 $f(\mathbf{x})$ を用いる。

$$f(\mathbf{x}) = L(\mathbf{x}) + \beta U(\mathbf{x}) + \gamma D(\mathbf{x}) \quad (1)$$

ここで、 $D(\mathbf{x})$ は、STEP 1 で作成したテンプレート画像 **m** と再構成画像の L1 ノルム距離で、次式

で定義される。

$$D(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^J |x_j - m_j| \quad (2)$$

また、Gibbs 平滑化関数 $U(\mathbf{x})$ としては、MRI 画像の領域分割結果から灰白質・白質・CSF・その他の各領域の境界が同定できるので、同一領域内のみのエッジ保存型平滑化を行う次式のものを用いる。

$$U(\mathbf{x}) = \sum_{(j,j') \in C} \omega_{jj'} (1 - e_{jj'}) (x_j - x_{j'})^2$$

$$e_{jj'} = \begin{cases} 1 & \text{(画素} j \text{と画素} j' \text{の間にエッジが存在)} \\ 0 & \text{(その他)} \end{cases} \quad (3)$$

海外の類似研究は、MRI 情報はエッジ保存型平滑化の形でのみ利用する手法が主流であるが、このような手法では MRI に写っていない病変に対する画質改善効果はほとんどない [3],[4]。提案手法が決定的に優れている点は、テンプレート画像との L1 ノルム距離 $D(\mathbf{x})$ を加えることにより、MRI に写っていない病変についてもコントラストを保存して画質改善を可能にした点である。L1 ノルムがモデルに当てはまらない疎な信号を保存して上手く復元する効果があることは『圧縮センシング』と呼ばれる分野で良く知られており、提案手法はこの性質を巧妙に利用したものと位置づけられる [6]。

脳血流 SPECT データへの適用例

解剖学的 MAP 法の脳血流 SPECT データへの適用例を図3,4に示す。放射線薬品は I-123 であり、認知症診断を目的として撮影されたデータである。図3,4において、カラー画像は各々の再構成画像から FUSE で求めた血流低下量分布画像である [1]。症例1は、レビー小体型認知症で、左右の頭頂葉から側頭葉にかけて大きな血流低下が見られる。症例2は、アルツハイマー型認知症で、頭頂葉・後部帯状回・前頭葉に血流低下が見られる。なお、いずれの症例においても、MRI 画像には病変は全く写っていない。

他の手法では MRI 画像に写っていない病変の画質改善は困難であることを示すため、この問題

で良く用いられる Mueller-Gaertner の部分容積効果補正法 [2]で画質改善を行った画像と提案手法による再構成画像の比較を、症例 1 について図 5 に示す。Mueller-Gaertner の手法では、灰白質と白質の境界を鮮明にする効果はあるが MRI に写っていない血流低下部位の画質を改善する効果は小さいことが分かる。

文献

- [1] H.Kudo et al., "Analyzing cerebral blood-flow SPECT images for the diagnosis of dementia: a new approach FUSE," Med Imag Tech, 26, pp.169-174, 2008.
- [2] H.W.Mueller-Gaertner et al., "Measurement of radiotracer concentration in brain gray matter using positron emission tomography," J Cereb Blood Flow Metab, 12, pp.571-583, 1992.
- [3] C.Comtat et al., "Clinically feasible reconstruction of 3D whole-body PET/CT data using blurred anatomical labels," Phys Med Biol, 47, pp.1-20, 2002.
- [4] S.Kulkarni et al., "A channelized Hotelling observer study of lesion detection in SPECT MAP reconstruction using anatomical priors," Phys Med Biol, 52, pp.3601-3617, 2007.
- [5] 工藤博幸, "MRI 情報を用いた脳血流 SPECT 画像の解析と再構成," Med Imag Tech, 28, pp.19-25, 2010.
- [6] 工藤博幸他, "圧縮センシングを用いた少数方向投影データからの CT 画像再構成," 映像情報メディカル, 43, 2011.

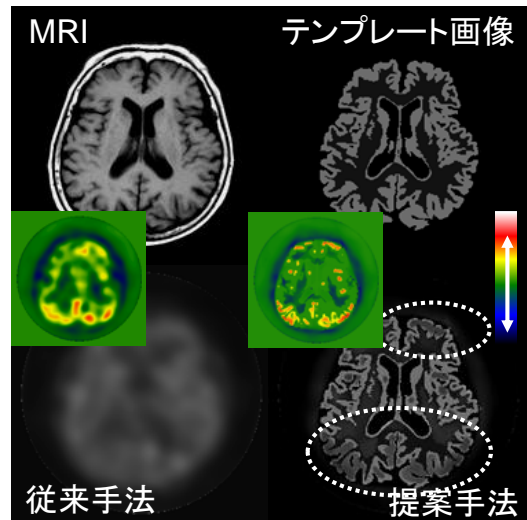


図 4 症例 2 (アルツハイマー型認知症) の再構成画像

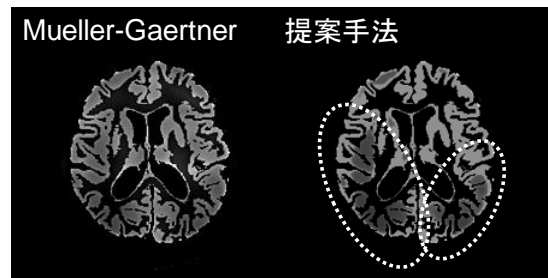


図 5 Mueller-Gaertner の手法による部分容積効果補正画像と提案手法による再構成画像の比較

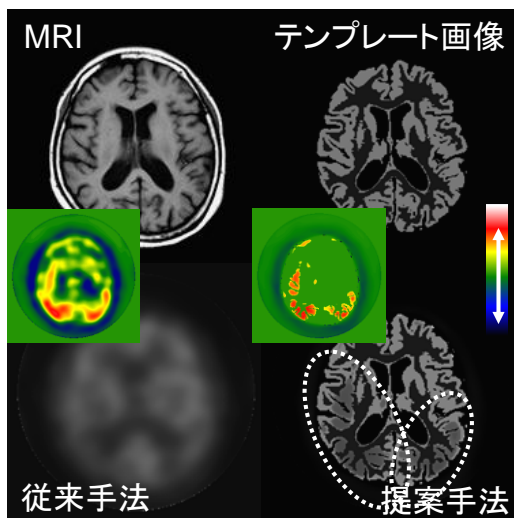


図 3 症例 1 (レビー小体型認知症) の再構成画像

納得の検出力で読影医をサポートする マンモグラフィ診断支援システム NEOVISTA I-PACS CAD typeM

加野亜紀子*

コニカミノルタのデジタルマンモグラフィの製品ラインナップに2010年より新たに加わった、マンモグラフィ診断支援システム「NEOVISTA I-PACS CAD typeM[※]」をご紹介します。

※「NEOVISTA I-PACS CAD typeM」は、「マンモグラフィ診断支援装置 NEOVISTA CAD typeM（薬事承認番号：22200BZX00278000）」の呼称です。

乳がんをめぐる動向とCAD

乳がんは日本女性の部位別がん罹患率の第一位を占め、大きな社会問題となっています。ただし、乳がんは早期に発見すれば治癒の可能性の高いがんでもあり、厚生労働省がん対策推進基本計画の中でも、乳がん検診は重要な基軸の一つとして取り組みが進められています。

そのため、臨床現場ではマンモグラフィの撮影数が急

速に増えており、読影を担当する医師の負担は増大する一方です。このような背景を受けて、医師の読影をサポートするインテリジェントな技術である「コンピュータ支援検出（computer-aided detection, CAD）」に対する期待が高まっています。

NEOVISTA I-PACS CAD typeM

マンモグラフィ診断支援システム「NEOVISTA I-PACS CAD typeM」は、コニカミノルタが医用画像処理の分野で長年培った高度なパターン認識の技術をベースに、新規に開発したCAD装置です。デジタルマンモグラフィ画像から、乳がんの代表的所見である微小石灰化クラスターおよび腫瘤陰影の特徴をもつパターンを自動的に検出することで、医師の読影を補助します。

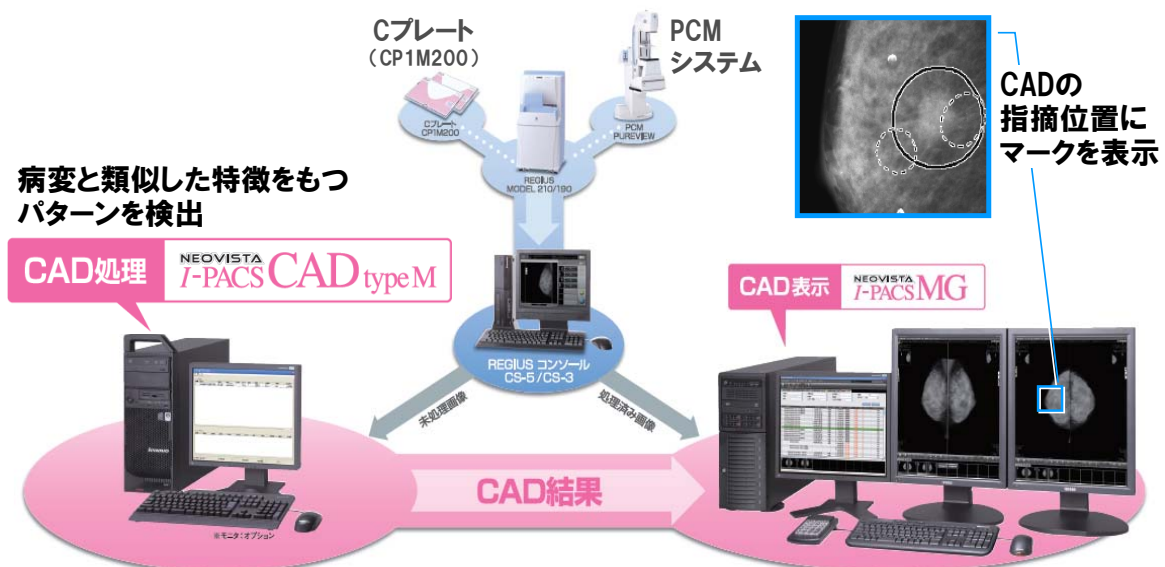


図1 コニカミノルタ デジタルマンモグラフィシステムの構成

* コニカミノルタエムジー株式会社 〒191-8511 東京都日野市さくら町1

システムの概要

位相コントラスト技術を応用した PCM (Phase Contrast Mammography) システム、または CsBr 柱状結晶の Crystal Technology を用いた Cプレート (CP1M200) により取得されたマンモグラフィ画像データが REGIUS コンソール (CS-3/CS-5) から送信されると、「NEOVISTA HPACS CAD typeM」は CAD 処理を実行し、処理結果をマンモグラフィ画像ビューア「NEOVISTA HPACS MG/EX 読影マンモオプション」に送信します。読影をおこなう医師は、ビューアに付属したキーパッドのボタンを押すだけで、CAD 結果のマークを画像にオーバーレイ表示させることができます。

主な特長

1) 独自の検出アルゴリズム

高解像度と優れた鮮鋭性を実現した PCM 画像および Cプレート画像の画質を活かす独自の検出アルゴリズムを搭載しました。また、お客様からの要望に応え、検出性能のみならず「納得感」(CADの検出意図が医師にとって理解しやすいこと)を重視し、アルゴリズム設計に反映しています。

2) 微小石灰化の観察ストレスを軽減

微小石灰化については、きわめて淡く細かい石灰化まで検出できることでお客様から高い評価を得ており、「長時間読影などで疲労を感じ始めた時に助けてくれる」「見落としに対する不安感を和らげてくれる」「CADに指摘されることで拡大して読影する動機付けとなる」などのご感想をいただいています。

3) 読影にやさしいマーキング表示

検出候補を「曲線で囲む」表示方式を採用しました。微小石灰化クラスタ候補を破線で、腫瘍陰影候補を実線で囲んで示します。「病変がマークに覆い隠されることがないため、観察時のストレスが少ない」「病変の広がりを評価する上で理解しやすく、助けになる」と好評です。

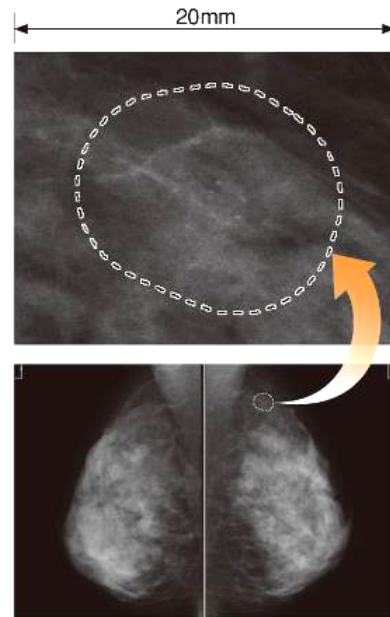


図2 CADが病変の見落とし防止に寄与しうと考えられた例

左乳房上部に微小石灰化クラスタ候補のマークが表示されており、指摘位置には、集簇する淡く不明瞭な微小石灰化がみとめられた。

これからの展開

日本におけるデジタルマンモグラフィの読影は、フィルムによるハードコピー読影が大半を占めていますが、NPO法人マンモグラフィ検診精度管理中央委員会による「ソフトコピー施設画像評価」認定が2012年4月に開始されることも追い風となり、ソフトコピー読影への移行が急激に加速すると予想されます。

ソフトコピー読影環境における高精度かつ快適で効率的な読影のために、コニカミノルタは、マンモグラフィ画像ビューアの高速度表示と充実した機能、軽快な操作性を追求しつづけています。マンモグラフィ診断支援システム「NEOVISTA HPACS CAD typeM」は、そのようなビューアの機能と有機的に結びつき、ソフトコピー読影に不可欠なツールとして、また、信頼できるパートナーとして読影医を補助する存在を目指し、これからも進化を続けてゆきます。

お問い合わせ先

コニカミノルタヘルスケア株式会社 営業本部
電話：042-589-1439
<http://konicaminolta.jp>

お知らせ

医用画像データベース

清水 昭伸*

JAMIT の正会員や賛助会員を対象に、以下の医用画像データベースを販売しています。確定診断や重要な画像所見以外にも、一部には解剖構造や疾患領域をマークしたデジタルデータも添付され、CAD や CAS の研究に最適です。また、このデータベースは CAD コンテストや CAD 勉強会などの CAD 委員会の活動 (<http://www.jamit.jp/cad-committe/outline>) とも深く関係し、今後は臓器の確率アトラスなどの統計アトラスの配布も予定されています。この機会に是非ともお求め下さい。

1. マンモグラフィデータベース
解説書とスケッチつき 価格 : 20,000 円 画像数 : 40
2. 胃 X 線二重造影データベース
解説書とスケッチつき 価格 : 20,000 円 画像数 : 76
3. 間接撮影胸部 X 線像データベース
解説書とスケッチつき 価格 : 10,000 円 画像数 : 50
4. 胸部 CT 像データベース
簡単な説明書つき 価格 : 20,000 円 画像数 : 82
5. 腹部 CT 像データベース
簡単な説明書つき 価格 : 30,000 円 CAD コンテスト参加者は 5,000 円
画像数 : 60, 症例数 : 15
各症例 4 時相 (造影なし, 早期相, 門脈相, 晩期相) の画像を含む)

※お申し込みは以下の HP から可能です。なお、上記の価格や仕様は 2009 年 10 月時点のもので、最新情報は必ず HP でご確認ください。

<http://www.jamit.jp/cad-committe/caddbinfo>

JAMIT e-News Letter No.10(通算64 ※)

発行日 平成23年12月15日

編集兼発行人 安藤 裕

発行所 **JAMIT** 日本医用画像工学会

The Japanese Society of Medical Imaging Technology

<http://www.jamit.jp/>

〒113-0033 東京都文京区本郷 6-2-9

モンテベルデ第二東大前 504 (有)クァンタム内 日本医用画像工学会事務局

TEL: 03(5684)1636 FAX: 03(5684)1650 E-mail: office@jamit.jp

※本誌の前身であるCADM News Letterからの通算号数です。