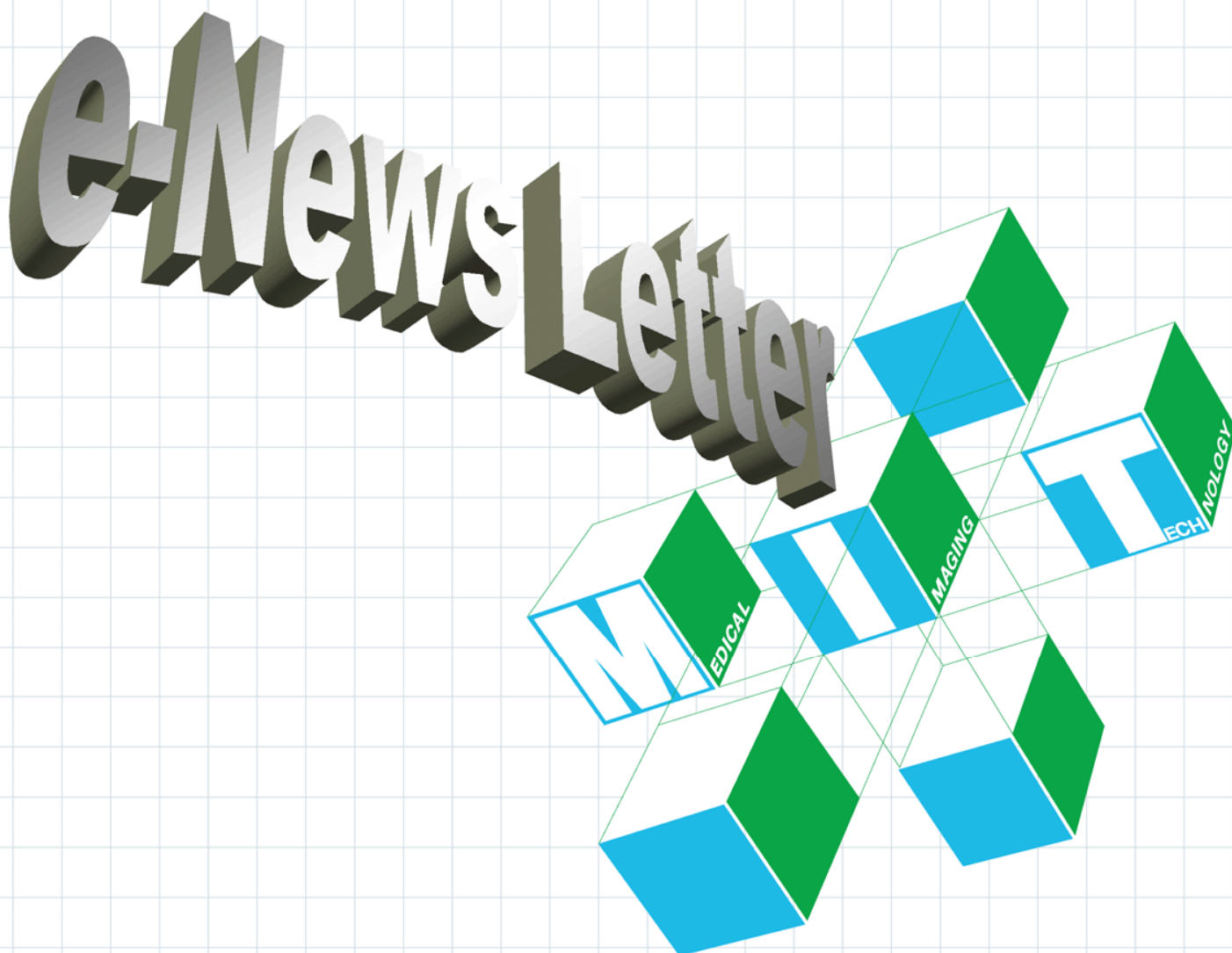


JAMIT

The Japanese Society of Medical Imaging Technology



日本医用画像工学会

2016. 12 e-ニュースレター NO. 25 (通算79)

目 次

「連載:DICOM 活用の広がり」

第 2 回 被ばく線量管理(DICOM-RDSR)

谷川 琢海(北海道科学大学) ...1

「JAMIT2016 大会後記」

第 35 回日本医用画像工学会大会の報告

羽石 秀昭(千葉大学フロンティア医工学センター) ...4

「JAMIT コンテスト報告」

CAD コンテストファイナル報告

北坂 孝幸(愛知工業大学情報科学部) ...6

「MIT 誌アブストラクト紹介」

Medical Imaging Technology (MIT 誌) 掲載論文アブストラクト紹介

...11

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) ...18

第2回 被ばく線量管理(DICOM-RDSR)

谷川琢海*

被ばく線量管理に向けた世界的な取り組み

放射線検査は、患者がその検査によって正確な診断を受けられることのベネフィットと、検査に伴い被ばくすることのリスクの双方を考慮し、患者のベネフィットが上回る場合に限り行われる。医療被ばくには線量限度は定義されていないが、検査を行う場合には患者の被ばくは必要最低限としなければならない。放射線に関する教育を受けた医療従事者はこの正当化・最適化の考え方にのっとり業務を実践している。

一方で、医療被ばくの実態については、大規模データに基づく報告の少ないのが実情である。そのような中、IAEAでは2006年よりスマートカードに個人の線量データの情報を記録する仕組みの技術的な検討を行っている。また、米国では2009年にCT perfusion検査を実施していた施設で一定期間、過剰照射を行っていた事例が明らかとなり、品質管理の向上への要求が高くなっている。この事案を受けて、ACR (American College of Radiology) では、2011年からNRDR (National Radiation Data Registry) のひとつとしてDIR (Dose Index Registry) を構築している。DIRは医療施設のCT装置から線量情報を収集、蓄積することによって、自施設の撮影条件がDIRと比較して適正であることを確認したり、医療施設間の比較を行うといった目的に活用される。

日本における被ばく線量管理

日本においても、東京電力福島第一原子力発電所での事故を契機として、医療被ばくに対する患

者の関心が高まってきている。また、日本は世界的にも放射線診療機器が普及していることから、データ収集による線量管理の取り組みが重要であるといえる。徐々に国内においてもデータに基づく被ばく線量管理の取り組みが始まってきており、最近のトピックスとして、医療被ばく研究情報ネットワーク (Japan Network for Research and Information on Medical Exposure; J-RIME) による国内実態調査結果に基づく診断参考レベル

(Diagnostic Reference Level; DRL) が2015年6月に公表された。このDRLは正当化・最適化の観点から確認を行うための基準であり、基準値以下を厳守するという制限値、あるいは最適値の指標ではない。また、DRLの活用に向けた取り組みを支援する仕組みとして線量管理システムの開発が進んでおり、放射線撮影装置やPACSなどから、線量情報をDICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) 規格のフォーマットで収集・蓄積する仕組みが構築されつつある。

DICOM-RDSRとIHE-REM統合プロフィール

DICOMでは線量情報を格納するための形式として、RDSR (Radiation Dose Structured Report ; 線量構造化レポート) を定義している。このフォーマットを用いることにより、線量データを画像データと同様、電子的にPACSなどに記録することができる。被ばく線量については、実際に患者の臓器等に吸収された線量を計測することはできないため、装置の性能評価に用いられる線量指標などを用いて推定される。例えば、CT検査では

* 北海道科学大学保健医療学部診療放射線学科 〒006-8585 札幌市手稲区前田7条15-4-1

表 1 TID 10011 CT Radiation Dose (DICOM PS3.16) .

	NL	Rel with Parent	VT	Concept Name	VM	Req Type	Condition	Value Set Constraint
1			CONTAINER	EV (113701, DCM, "X-Ray Radiation Dose Report")	1	M		Root node
1b	>	HAS CONCEPT MOD	INCLUDE	DTID 1204 "Language of Content Item and Descendants"	1	U		
2	>	HAS CONCEPT MOD	CODE	EV (121058, DCM, "Procedure reported")	1	M		EV (P5-08000, SRT, "Computed Tomography X-Ray")
3	>>	HAS CONCEPT MOD	CODE	EV (G-C0E8, SRT, "Has Intent")	1	M		DCID 3629 "Procedure Intent"
4	>		INCLUDE	DTID 1002 "Observer Context"	1-n	M		
5	>	HAS OBS CONTEXT	DATETIME	EV (113809, DCM, "Start of X-Ray Irradiation")	1	M		
6	>	HAS OBS CONTEXT	DATETIME	EV (113810, DCM, "End of X-Ray Irradiation")	1	M		
7	>	HAS OBS CONTEXT	CODE	EV (113705, DCM, "Scope of Accumulation")	1	M		DCID 10000 "Scope of Accumulation"
8	>>	HAS PROPERTIES	UIDREF	DCID 10001 "UID Types"	1	M		
9	>	CONTAINS	INCLUDE	DTID 10012 "CT Accumulated Dose Data"	1	M		
10	>	CONTAINS	INCLUDE	DTID 10013 "CT Irradiation Event Data"	1-n	M		
11	>	CONTAINS	TEXT	EV (121106, DCM, "Comment")	1	U		
12	>	CONTAINS	CODE	EV (113854, DCM, "Source of Dose Information")	1-n	M		DCID 10021 "Source of CT Dose Information"
13	>	CONTAINS	INCLUDE	DTID 1020 "Person Participant"	1	U		\$PersonProcedureRole = EV (113850, DCM, "Irradiation Authorizing")

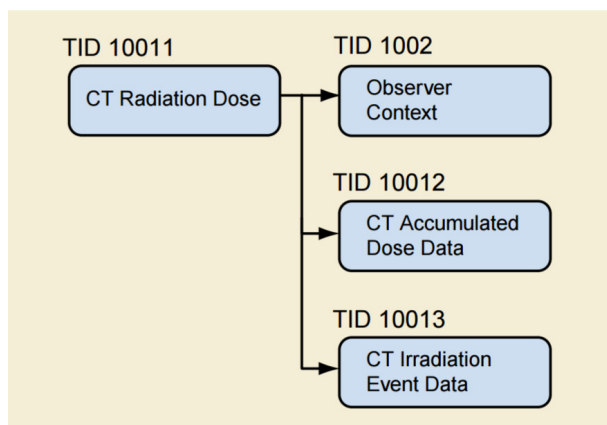


図 1 CT Radiation Dose SR IOD Template Structure (DICOM PS3.16)[1].

CTDI (Computed Tomography Dose Index), あるいは DLP (Dose Length Product), マンモグラフィでは平均乳腺線量などの線量指標情報が, 患者情報や装置情報などとともに検査ごとに定められたデータ要素の集まりとして RDSR 形式で格納される. (表 1, 図 1)

また, 線量情報を蓄積し, 利用するための標準的なワークフローが IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) の REM (Radiation Exposure Monitoring)

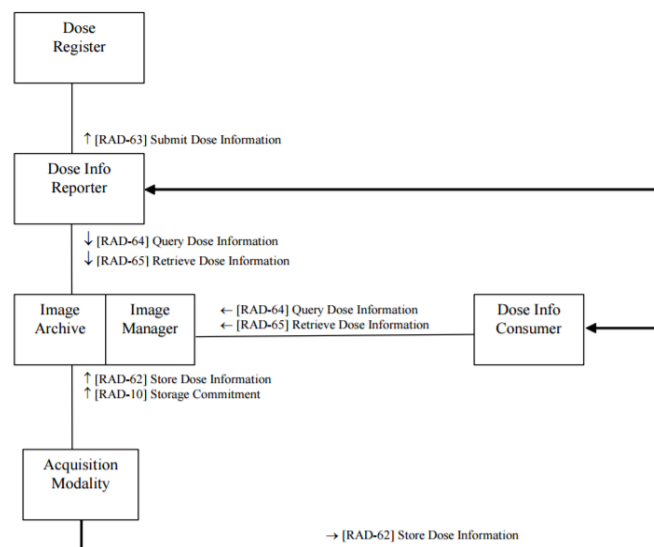


図 2 IHE-REM アクタダイアグラム [2].

統合プロファイルに定められており, これに従った技術的なデータのやりとりの方法がテクニカルフレームワークとして提案されている. この方法を採用することによって, マルチベンダ環境において線量情報を収集し, さまざまな解析を行う環境を構築することができるようになる (図 2).

今後の課題

国レベルで大規模な線量情報の収集・蓄積を行う仕組みの構築や運用はまだ始まったばかりである。これまでも、放射線撮影装置などから線量指標のデータが記録されていたが、それらは二次的な活用について十分に考慮されておらず、メーカーによるばらつきが含まれていた。測定値や単位系の整理をはじめ、データ収集時の匿名化、DRL と比較するための部位情報との関連付けなど、技術面と運用面の解決すべき課題が多くある。

まとめ

医療被ばくに関する線量管理の取り組みが、日本および世界で活発になってきている。線量情報

データは、国、医療施設、患者のそれぞれの視点において活用されることを想定しており、収集・蓄積を行うための技術的な検討が進んでいる。改めて注目された線量情報が、その他の関連するさまざまな情報と結びつけられ、そして新たな知見が導かれることを期待したい。

文 献

- [1] NEMA: DICOM standard PS 3.16. <http://dicom.nema.org/medical/dicom/current/output/pdf/part16.pdf> [accessed 2016. 11. 11]
- [2] IHE International, Inc.: IHE Radiology Technical Framework. http://www.ihe.net/uploadedFiles/Documents/Radiology/IHE_RAD_TF_Vol1.pdf [accessed 2016. 11. 11]

第 35 回日本医用画像工学会大会の報告

第 35 回大会長 羽石秀昭*

第 35 回日本医用画像工学会大会を 2016 年 7 月 21 日（木）～23 日（土）の会期で、千葉大学西千葉キャンパスけやき会館にて開催しました。やや雨模様でしたが、ほどよい気温で過ごしやすい気候の中、行うことができました。参加者数および演題数は以下のようでした。

参加者数：総計 362 名（正会員：243 名，非会員合計：60 名，千葉大聴講生：43 名，招待者・プレス関係ほか：16 名。ここで「千葉大聴講生」とは千葉大学との共催により学生の無料聴講を認めたもの。千葉大生の発表者は有料での登録。）

演題数：総演題数 133 題（特別講演 1 題，チュートリアル 3 題，シンポジウム 12 題，一般演題／口演 65 題，一般演題／ポスター 52 題。）

参加者数，演題数とも例年の数を大きく上回り，盛会のうちに実施することができました。

一般演題のセッションでは口頭，ポスターいずれにおいても活発なディスカッションがなされました。大会奨励賞も例年通り設けましたが，全体の演題数が多かったことから，受賞件数も少し多めにし，11 人の若手研究者に贈呈しました。受賞者のリストは JAMIT のホームページで見ることができます。また，従来の大会では，一般演題の発表者のうち希望する人に，学会誌「Medical Imaging Technology」の大会特集号論文としての投稿を促してきました。今回はこれに加えて，シュプリンガー社から刊行されている国際論文誌 International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS) の JAMIT 特集号編集をめぐり，それに対する希望も受け付けました。結

果，多数の発表者が IJCARS 誌への投稿を希望し，最終的にも十分な数の論文が投稿されたようです。一方で MIT 誌大会特集号への投稿も例年並みとなっており，大会全体としてみると，より多くの研究成果を論文誌に投稿してもらうことに繋がりました。

各種企画も大変充実したものになりました。まずチュートリアル講演では機械学習関係として，本谷秀堅先生（名工大），庄野逸先生（電通大），鈴木賢治先生（イリノイ工科大）にご講演いただきました。その基礎や医用応用など，種々の切り口で講演いただき，よい勉強の機会となりました。広い会場がかなり埋まり，関心の高さを実感しました。

特別講演では，病理医ご出身で産業技術総合研究所の池原譲先生から超 1000 nm 近赤外波長域のイメージング技術についてご講演いただきました。産総研の先端技術を駆使した新しい医療イメージングは大変興味深いものでした。

シンポジウムを 3 つ開催しました。シンポジウム 1 では「IoT 時代の医療・ヘルスケア」を取り上げ，野原康伸先生（九州大学病院），中嶋宏先生（オムロン），中村亨先生（東京大），西田佳史先生（産業技術総合研究所）にご講演いただきました。身近なセンサーをインターネットに接続してビッグデータを生成していく事例などが紹介され，医療やヘルスケアでの新しい展開を考える契機になりました。

シンポジウム 2 で，文部科学省科研費新学術領域「レゾナンスバイオ」との共催とし，この領域

* 千葉大学フロンティア医工学センター 〒263-8522 千葉市稲毛区弥生町 1-33

から宮脇敦史先生（理研）、曾我公平先生（東京理科大）、根本知己先生（北大）、横田秀夫先生（理研）にご講演いただきました。CT や MRI など扱う研究者・学生が多い JAMIT において、ミクロな生命現象を光で見る・操る技術は、非常に印象的であり、提示された各種の映像に感銘を受けた人も多かったのではないかと思います。

シンポジウム3では「スパースモデリング」を取り上げました。こちらも文部科学省の科研費新学術領域との共催とし、工藤博幸先生（筑波大）、田中利幸先生（京都大）、井上真郷先生（早稲田大）、日野英逸先生（筑波大）にご講演いただきました。説明に時間を要する難解な分野でもありますが、どの演者もその本質を伝えようと熱心に講演してくださいました。時間もいくぶん超過しましたが、先生方の熱意の現れであり、あらためて感謝する次第です。

2 日目夜は懇親会を行い、多数参加していただきました。研究者間のよい交流の場になったと思います。冒頭で千葉大学学長の徳久剛史先生にご挨拶いただきましたが、医学部出身の先生が、今後の画像診断の方向性としてディープラーニングに言及されるなど、よくトレンドを把握されていると感じました。ちなみにこの日は、世界でブレイクしたスマホアプリ「ポケモン GO」が日本ではじめて入手可能になった日で、千葉大学内のあちこちでスマホを手に立ち止まったり、うろうろしたりする学生が大発生しました。懇親会でもさっそく試している先生もおられました。

以上、行き届かない点多々あったとは思いますが、全体的には概ね成功裡に終わったことにほっとしています。運営に関わった方、参加いただいた方、資金面で協力いただいた方など、すべての方にあらためて感謝申し上げます。

JAMIT コンテスト報告**JAMIT CAD コンテスト ファイナル 結果報告****北坂孝幸***

本年度の JAMIT 大会において、第 8 回 JAMIT CAD コンテストを開催した。今回のテーマは、ここ 3 年のテーマである、「3 次元腹部 CT 像への肝腫瘍の埋め込み」であった。これは人工的に肝腫瘍を生成し、CT 像の肝臓領域に違和感なく埋め込むという課題である。本年度も、複数の放射線科医師／技師（今年は 6 名）による総合評価を行った。評価に時間がかかるため、事前評価とした。参加者には、コンテスト前に埋め込んだ腫瘍データを提出していただいた。評価において、埋め込んだ腫瘍（人工腫瘍）と本物の腫瘍データをランダムに評価者に提示し、本物かどうかを 6 段階方式（0～100 点の 20 点刻み）で評価していただいた。今回は、練習問題として 10 例（うち、本物 2 例、去年の埋め込み画像 8 例）を実際的评价の前に例示した。また、画像の提示において、昨年は腫瘍中心付近のスライス 1 枚を提示していたが、今回は全スライスをコマ送りにて表示するように変更した。参加施設数は 5 施設であった。評価結果を本大会の CAD セッションにて公開した。

本 CAD コンテストは、2001 年のコンピュータ支援画像診断学会（CADM 学会）にて開催されたプレコンテストから、2009 年に JAMIT 学会に引き継がれ、16 年にわたり毎年開催されてきた。近年では CAD 機能を組み込んだソフトウェアも市販されるに至り、当初の目的としていた「計算機による診断支援技術、特に画像の認識・理解などを伴う高度な支援技術の交流と向上」「コンテスト形式での競争的チャレンジによる研究・開発の促進」はある程度の成果が出たと考えられる。また、コンテスト委員長の縄野繁先生の本学会会長の退任にあたり、一区切りを付けることとなった。

以下では、コンテストの概要、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、評点を示す。最後に、縄野委員長のご挨拶で締める。

■コンテストの概要**テーマ「3 次元腹部 CT 像への肝腫瘍の埋め込み」**

- 門脈相の CT 像を入力
- 肝腫瘍を 10～15 mm の大きさで、正常 CT 像に埋め込んで出力（埋め込む場所は自由）
- 埋め込む腫瘍は各チームがこれまでに配布した症例から選定

提出物

- 各チーム 10 例作成
- 埋め込んだ腫瘍周辺の 3 次元画像を提出
- 10～15 枚のスライス
- 評価は真ん中のスライス画像

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

評価システム

- 中京大学道満恵介先生開発の web システムを用いた。各チームから提出された画像と本物の画像をランダムにシャッフルして表示するシステムである。

■コンテストの準備から表彰式まで

5月上旬：CAD 勉強会にて、今年度のコンテストのテーマとレギュレーションを説明。

6月上旬：CAD コンテストの案内を ML に配信。

6月22日：CAD コンテストエントリーおよび処理結果提出期限。5 チームがエントリー。

7月17日：6名の評価者による結果が出揃う。

7月22日：CAD コンテストセッション。評価結果と実際の画像を表示しながら解説し、優勝チームを発表した（表 1, 2, 図 1～3）。同日夜の懇親会にて優勝チームを表彰した（図 4）。優勝は 69.3 点を取った D チーム（神奈川工科大学）であった。

表 1 評価結果の表。id は画像の ID, ave_score は 6 名の平均値とその標準偏差をそれぞれ表す。赤太字は本物のがんデータである。

id	ave_score		id	ave_score		id	ave_score		id	ave_score
6	76.7 ± 23.4		35	66.7 ± 32.7		19	60.0 ± 28.3		58	56.7 ± 32.0
22	76.7 ± 15.1		36	66.7 ± 30.1		23	60.0 ± 21.9		16	53.3 ± 20.7
39	76.7 ± 15.1		40	66.7 ± 24.2		27	60.0 ± 17.9		24	53.3 ± 27.3
26	73.3 ± 20.7		54	66.7 ± 30.1		30	60.0 ± 17.9		49	53.3 ± 35.0
31	73.3 ± 10.3		5	63.3 ± 26.6		33	60.0 ± 21.9		48	50.0 ± 30.3
37	73.3 ± 30.1		18	63.3 ± 15.1		42	60.0 ± 35.8		56	50.0 ± 27.6
38	73.3 ± 24.2		21	63.3 ± 19.7		57	60.0 ± 35.8		3	43.3 ± 19.7
51	73.3 ± 10.3		53	63.3 ± 23.4		59	60.0 ± 12.6		25	43.3 ± 23.4
55	73.3 ± 24.2		60	63.3 ± 23.4		9	56.7 ± 23.4		50	43.3 ± 46.3
2	70.0 ± 35.2		1	60.0 ± 25.3		10	56.7 ± 26.6		47	40.0 ± 40.0
32	70.0 ± 21.0		4	60.0 ± 33.5		12	56.7 ± 23.4		43	36.7 ± 34.4
52	70.0 ± 32.9		7	60.0 ± 17.9		13	56.7 ± 26.6		45	36.7 ± 36.7
20	66.7 ± 30.1		8	60.0 ± 33.5		15	56.7 ± 23.4		44	33.3 ± 39.3
29	66.7 ± 24.2		11	60.0 ± 21.9		17	56.7 ± 38.8		46	33.3 ± 27.3
34	66.7 ± 32.7		14	60.0 ± 33.5		28	56.7 ± 15.1		41	30.0 ± 27.6

表 2 チームごとの平均点。

A (id: 1～10)	60.7
B (id: 11～20)	59.0
C (id: 21～30)	61.3
D (id: 31～40)	69.3
E (id: 41～50)	41.7
T (id: 51～60) 本物	63.7

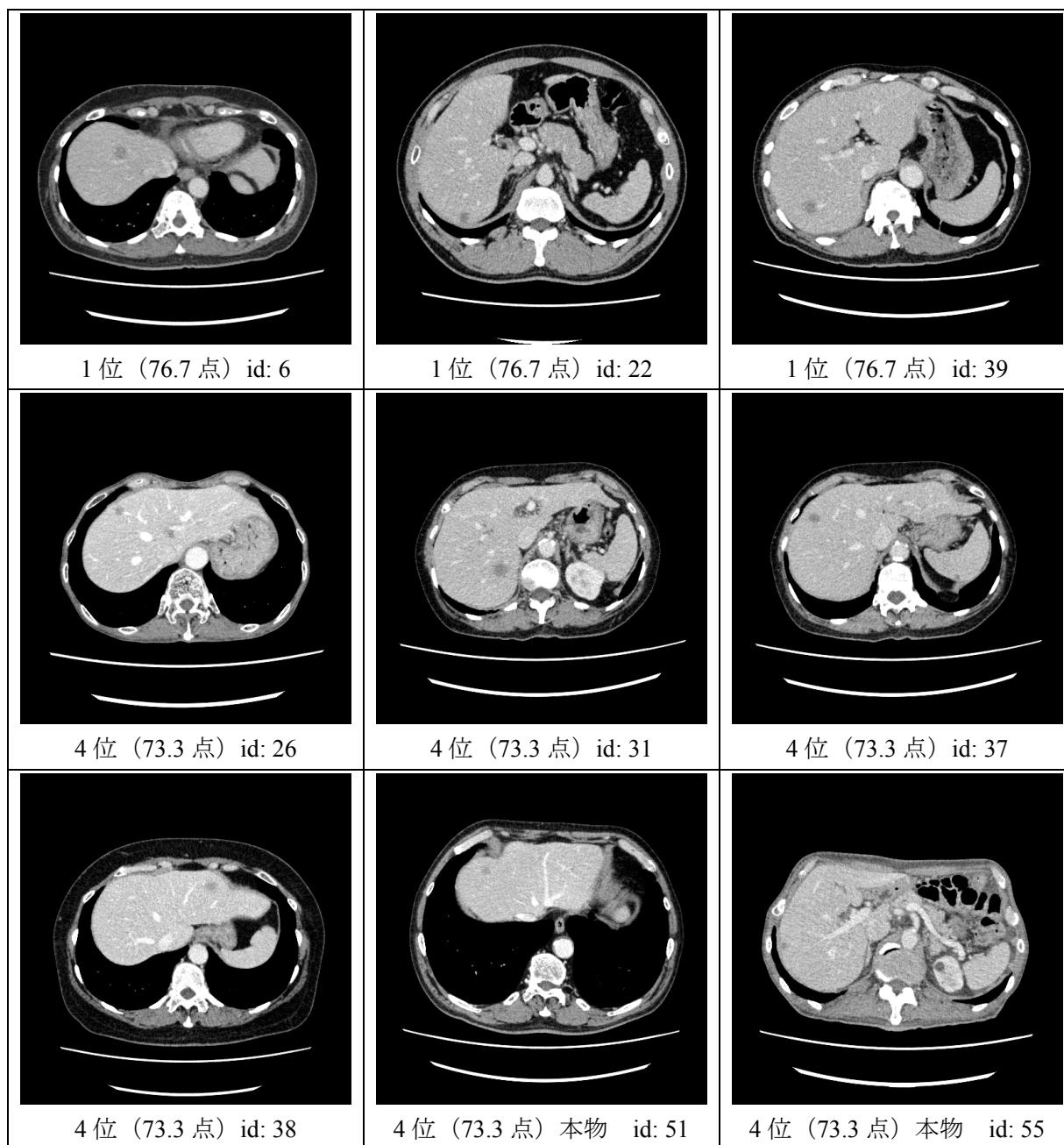


図 1 埋め込み結果の例. 1 位から 4 位.

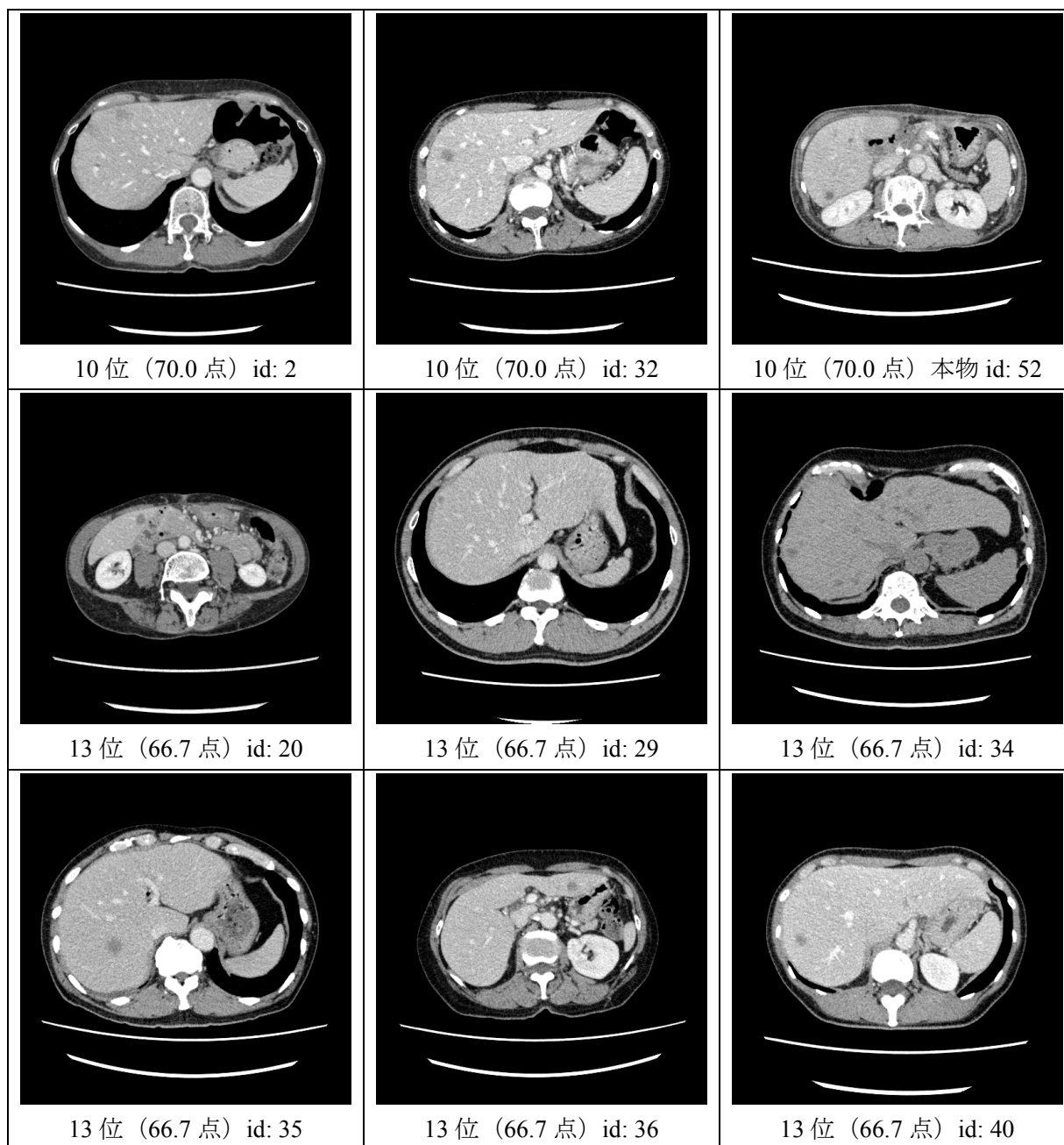


図 2 埋め込み結果の例. 10 位から 13 位.



図 3 評価点の低かった本物 (51 位 [50.0 点]).



図4 受賞者との記念撮影.

■結 果

表1に示すように、多くが50点以上の評価であった。昨年は約半数であったので、埋め込みの技術の向上がみられる。筆者の私見ではあるが、60点以上のものはどれもよく埋め込まれており、偽物とわかっていても本物と区別することは容易ではない出来栄であった。

優勝した神奈川工科大学チームは、10例とも60点以上の評価を受けており、安定して埋め込み処理が施されていた。平均値も69.3点と非常に高い。

昨年は本物に対する評価が比較的低め（平均55.0点）であったが、今回は平均63.7点と高い評価となった。これは、webシステムによる評価に際し、10例の練習問題を提示したことが大きく寄与していると思われる。本物で一番低評価であった例を図3に示す。

今回は6名の放射線科医師／技師にご協力いただき、定性的な評価を実現した。この場を借りて、ご協力いただいた医師／技師に感謝申し上げる。評価値の標準偏差も20～30点と大きく、前回と同程度のばらつきであった。前回は、腫瘍の真ん中のスライス1枚のみを表示していたことがばらつきの一因かと推察したが、腫瘍の全スライスを表示するように変更してもあまり変化はなかった。ただし、評価者数が前回の14名から6名に減っているため、その影響が出たとも考えられる。本物腫瘍の評価が全体的に高かったことから全スライス表示は効果があったと考える。

評価システムを作成・提供いただいた、中京大学道満恵介先生にもご協力感謝申し上げます。

■おわりに（文責 縄野 繁）

16年間続けたCADコンテストも今回をもって終了とします。このコンテストを通じ、ある程度の研究用データを提供でき、上腹部CT画像を研究する気運が高まったと確信しています。

最後に、長い間コンテストに参加していただいた各先生方に感謝申し上げるとともに、勉強会の会場を引き受けていただいた名古屋大学・森健策先生およびその関連の皆様、準備から当日までテキパキと仕事をこなしてくれた北坂孝幸先生に厚く御礼申し上げます。

Deep Learningの時代に即した新しいコンテストが生まれることを期待して、この項を終わることいたします。

MIT 誌アブストラクト紹介

Medical Imaging Technology (MIT 誌) 掲載論文アブストラクト紹介

JAMIT 会員の方の全文アクセス方法

JAMIT 会員の方は、(各論文アブストラクトの上にある) J-STAGE のリンクから全文を無料で閲覧することが可能です。閲覧するために必要なユーザ ID とパスワードは、jamit-announce メーリングリストにて年に一度お知らせしていますが、お忘れになった場合は JAMIT 事務局 (jamit@may-pro.net) にメールでお問い合わせください。

非会員の方の全文アクセス方法

公開から 3 年以上が経過した MIT 誌論文は、上記の (会員向けと同じ) J-STAGE のリンクから無料で全文にアクセスすることが可能です。一方、公開から 3 年未満の論文は 2014 年 12 月まで非会員の方が全文を閲覧する手段は冊子体を探していただくしかありませんでしたが、問い合わせが多いのと、より多くの方に MIT 誌の論文を読んでいただくため、株式会社メテオが運営している Medical Online を通して有料で論文を販売する枠組みを整備して 2015 年 1 月から正式運用を開始しました。非会員の方は、(各論文アブストラクトの上にある) MO のリンクをクリックしていただければ、有料で Medical Online にて論文単位で希望の論文を購入することが可能です。

Medical Imaging Technology Vol. 34 No. 4 (2016 年 9 月号)

特集／医用イメージングにおける圧縮センシングとその周辺

<特集論文>

圧縮センシングの基礎原理と画像再構成アルゴリズムの進歩

酒井智弥

【J-STAGE】 【MO】

高次元データにはその内訳や特徴を簡潔に表現できる性質があり、スパース性とよばれている。圧縮センシングは、スパース性をセンシングの低コスト化・高性能化に生かす技法である。スパース解をもつ連立一次方程式として定式化される基本的な圧縮センシングについては、ランダム観測とスパース再構成の理論の進展と共に、凸緩和に基づくさまざまなスパース解法も考案されている。一方、画像の圧縮センシングでは、エッジなど画像から抽出した特徴がスパース性をもつように画像を再構成するアルゴリズムの設計が求められる。そのような画像再構成を等式制約付き最適化問題として適切に定式化す

ると、実用的なアルゴリズムを合理的に導出する手段がある。

キーワード：スパースモデリング，凸最適化，交互方向乗数法，全変動

* * *

＜特集論文＞

インテリア CT における画像再構成

—非圧縮センシングと圧縮センシングによる厳密解法—

工藤博幸

【J-STAGE】 【MO】

低線量 CT・スパースビューCT・インテリア CT（ローカル CT）の 3 つの新方式 CT が考案され，現在おのおのに対応する画像再構成法の研究が進められている．本論文では，X 線を心臓や乳房など小さな検査の関心領域（ROI: region of interest）のみに照射した不完全な投影データから ROI の画像再構成を行い，低被曝や測定簡略化を実現するインテリア CT の画像再構成を取りあげ，特に 2000 年代後半に発見されブレークスルーとなった 2 種類の厳密解法（非圧縮センシング厳密解法と圧縮センシング厳密解法）について解説する．

キーワード：CT，画像再構成，インテリア CT，圧縮センシング，トータルバリエーション

* * *

＜特集論文＞

MR イメージングにおける圧縮センシングとその周辺技術

町田好男

【J-STAGE】 【MO】

磁気共鳴イメージング（MRI）装置は圧縮センシングを適用しやすいシステムである．その理由としては，MR イメージング技術の撮像の自由度がきわめて高いこと，そして多彩な情報が高次元データとして取得可能であることが挙げられる．撮像時間の短縮が重要な MRI にとってはきわめて魅力的な技術となっている．当初 MRI 撮像の高速化は，パルスシーケンスという言葉に代表される MRI 固有の技術を中心として発展したが，近年，情報技術を取り入れた画像生成手法の重要性が高まっている．本稿では本特集の主要テーマである圧縮センシング MRI のほかに，MR フィンガープリンティングとよばれる新手法等も紹介し，現在も発展を続ける MR 高速撮像の技術動向の一端について述べたい．

キーワード：MRI，圧縮センシング，スパースサンプリング，MR フィンガープリンティング

* * *

＜特集論文＞

交互方向乗数法とマルチスパース化変換を併用した MR 位相画像の圧縮センシング

伊藤聡志

【J-STAGE】 【MO】

一般的な MRI 撮像ではほとんどの場合で逆フーリエ変換を基本とした画像再構成が行われるが、圧縮センシングを導入する場合は、画像をスパース化する関数や L1 ノルム最小化問題を解くアルゴリズムなど選択肢が多く、再生像の品質は再構成手法に左右される。本論文では、位相を含んだ MR 画像に圧縮センシングを応用する問題において反復的閾値法と交互方向乗数法 (alternating direction method of multipliers; ADMM) の比較、ならびに画像のスパース化変換をマルチスケール化する効果について検討を行った。再構成シミュレーションの結果、交互方向乗数法を使用し、かつスパース化変換をマルチスケール化する方法において最も高い信号対雑音比が得られることを確認した。

キーワード：磁気共鳴映像法、圧縮センシング、交互方向乗数法、Split Bregman、位相画像

＜特集論文＞

圧縮センシングの周辺 —超解像や画質改善—

岩本祐太郎, 陳 延偉

【J-STAGE】 【MO】

超解像技術は低解像度画像 (観測信号) から高解像度画像 (原信号) を推定する一種の逆問題である。超解像技術は大きく、マルチフレーム再構成型超解像技術とシングルフレーム事例型 (または学習型) 超解像技術に大別される。マルチフレーム超解像技術は、複数回の観測を繰り返し得られた複数枚の低解像度画像を位置合わせ (サブピクセルレベル) 後、それらを融合することにより高解像度画像を再構成する。観測された信号数 (方程式数, 画素数) は推定したい信号数 (画素数) より少なく、劣決定問題であることが多いことから、何らかの事前知識 (正則化項) を導入して解の最適化を図っている。ここで、事前知識として解に関するスパース性を導入した場合、圧縮センシングの枠組みと同じになる。一方、シングルフレーム超解像技術は、事前に用意した学習データ群 (低解像度画像と高解像度画像のペア) を用いて低解像度画像と高解像度画像間の対応関係を学習し、その対応関係を用いて入力された低解像度画像に対応する高解像度画像を推定している。本稿では、医用画像の画質改善の応用事例としてスパース正則化を事前知識として導入したマルチフレーム超解像とシングルフレーム超解像手法について紹介する。

キーワード：超解像技術、最大事後確率推定、スパース表現、自己相似性

* * *

＜サーベイ論文＞

磁気共鳴エラストグラフィ —技術と応用—

菅 幹生

【J-STAGE】 【MO】

医師は触診により、疾患の存在や進展による組織の力学的性質の変化を評価することができる。生体組織の力学的性質を磁気共鳴画像装置 (magnetic resonance imaging; MRI) を用いて非侵襲的かつ定量的に画像化する手法として、MR エラストグラフィ (MR elastography; MRE) がある。典型的な MRE システムでは、外部加振装置により生体組織内に弾性波を発生させ、位相コントラスト法により時間的に変

化する組織内の弾性波分布を速写し、弾性算出法により弾性波画像から粘弾性分布を画像化する。これら MRE を構成する 3 つの要素は、MRE 発表から 20 年をかけて改良されており、互いに深く依存している。また、改良によりさまざまな器官を撮像対象とした検討が進み、力学的性質が疾患の病期判定や鑑別に有効であることが示されている。本稿では、MRE の原理と技術、臨床応用について述べる。

キーワード：磁気共鳴画像装置 (MRI)、MR エラストグラフィ (MRE)、力学的性質、粘弾性、触診

* * *

＜講 座＞

PET 装置の構成要素と基本原理 (2) PET におけるデータ取得および信号処理

島添健次

【J-STAGE】 【MO】

PET (positron emission tomography) は、陽電子放出に引き続いて起こる対消滅により発生する高い透過力をもつ 511 keV ガンマ線を同時計測するため、高感度に分子動態を撮像可能な装置である。近年、シンチレータや光検出器の進展から高解像度化、多ピクセル化が進んでおり、信号処理技術の進展が著しく進んでいる。ここでは近年の PET 検出器およびデータ取得、および信号処理技術について概説する。

キーワード：PET、シリコンフォトマル、集積回路、シンチレータ、分子イメージング

Medical Imaging Technology Vol. 34 No. 5 (2016 年 12 月号)

特集/JAMIT 2016 大会査読付き論文

＜大会査読付き論文：研究論文＞

CT 画像再構成のための非線形スパースファイ変換を用いた圧縮センシングの提案

董 建, 工藤博幸

【J-STAGE】 【MO】

圧縮センシング (CS) はスパースビュー CT 画像再構成分野で高い注目を集めている。その中で、最も検討されている CS 手法はトータル・バリエーション (TV) 最小化である。しかし、スパースビューの場合、特に実際の CT 画像に応用するとき、TV 再構成ではパッチ状アーチファクトや鋸歯状エッジの出現、あるいは画像のテクスチャー損失が生じる問題がある。TV を含む既存のほとんどの CS の手法は、画質の改善を達成するため、対象画像に線形変換を施している。一方、画像処理におけるデノイジングでは、非線形フィルターを利用して、これらのアーチファクトなどを改善できることが報告されている。本研究では、CT 画像再構成のさらなる画質向上を達成するため、非線形スパースファイ変換を用いた圧縮センシング画像再構成法の枠組みを提案した。反復法として代理関数最小化 (MM) 法から導出された反復閾値処理法 (IT) を利用した。この枠組みに基づき Median, Bilateral, Nonlocal means の 3 種の非線形フィルターを個別に検討し、ファントムおよび実際の CT 画像に対して、非線形変換を用いた

圧縮センシングは典型的な TV 最小化よりも良好な画質が得られることを示した.

キーワード : コンピューター断層撮影, 画像再構成, 圧縮センシング, 非線形フィルタ, トータル・バリエーション

* * *

＜大会査読付き論文：研究論文＞

大動脈経由の再灌流を考慮した造影 MR 血流解析法

坂 知樹, 後藤敏行, 影井清一郎, 岩澤多恵

【J-STAGE】 【MO】

肺野領域の血流系は, 肺動脈経由と大動脈経由の 2 つで構成される. これまで, 大動脈経由の再灌流は肺動脈経由の血流の 1 割以下であるために, γ 関数の当てはめによってあらかじめその影響を排除する方法が取られてきた. 本研究では, 最初に肺動脈経由と大動脈経由の 2 つの入力をもつ血管系で構成される血流系のインパルス応答を γ 関数でモデル化することによって, 再灌流の影響を評価する方法について検討するとともに, 2 つの血流系を分離して評価する解析法を提案する. また, これらの手法を用いた試作システムを肺がん患者の 3 症例に適用した. さらに, 造影 MR 像を用いて肺野内部の局所血液量の総計と, 肺動脈と左心房の信号強度から推算した肺領域全体の大域的血液量を比較した. また, 肺野内を占める再灌流の割合を高速グラジエントエコーシネ (fast GE cine) より求めた心拍出量所見と比較し, 妥当性を検討した.

キーワード : 再灌流, 2 入力モデル, 第 2 種不完全ガンマ関数, 局所的解析, 大域的解析

* * *

＜研究論文＞

がん検診全身 PET 画像の雑音モデルを用いたガイドドイメージフィルタリング

大手希望, 中村明弘, 渡辺光男

【J-STAGE】 【MO】

がん検診全身 PET 画像の雑音モデル (noise model: NM) を用いて平滑化パラメータを局所的に調整する雑音モデル付きガイドドイメージフィルタリング (guided image filtering: GIF) を開発した. PET 装置で計測されたリストデータを 2 分割することで各画素の雑音の標準偏差を表す雑音画像 (noise image: NI) を簡便に推定する手法を提案した. PET 画像と雑音画像のペアから画素値に対する雑音の標準偏差を求め, その 185 例の平均を取り NM とした. NM が最適, 不適な症例の肺野, 腎臓, 膀胱に擬似的なホットスポットを付加し, ガウシアンフィルタ (Gauss), NM なしの GIF, NM 付き GIF の比較を行った. NM なしの GIF では肺野に配置したホットスポットのコントラスト 2 : 1 の場合に Gauss より低いコントラストリカバリ係数を示したが, NM 付き GIF ではこれを生じなかった.

キーワード : PET, 画像フィルタリング, 雑音除去, エッジ保存, 雑音推定

* * *

<研究論文>

構造化した画像所見と臨床情報を統合した肺結節 CT 画像データベースの構築

青山岳人, 久保 武, 坂本 亮, 八上全弘, 藤本晃司, 江本 豊, 関口博之,
酒井晃二, 川岸将実, 飯塚義夫, 中込啓太, 山本裕之, 富樫かおり

【J-STAGE】 【MO】

画像診断支援技術の研究開発を進める上で、画像データとさまざまな付帯情報が対応づいて整理統合された大規模なデータベースが重要となる。われわれは、肺結節を対象として、医用画像、画像所見、臨床情報等を統合した 1240 症例のデータベースを構築した。本データベースには、1) thin-slice の CT 画像データ、2) 結節の位置情報、3) 2 名の専門医の合議によって付与された 39 項目の構造化された画像所見、4) 確定診断名、5) 38 項目の臨床情報、6) 専門医による診断根拠、が全症例において付与されている。本稿では、本データベースの詳細と構築における取り組みを紹介する。

キーワード：CT、データベース、肺結節、画像所見、医療情報

* * *

<研究論文>

口腔扁平上皮がん病理組織標本のデジタル画像による機械学習に基づくがん浸潤様式の自動判別法

井上瑛広, 安藤英俊, 吉澤邦夫, 上木耕一郎, 加藤広祿, 野口夏代, 川尻秀一

【J-STAGE】 【MO】

口腔扁平上皮がんの浸潤能および予後を推測するための判別方法として、病理組織標本の浸潤形態に着目したがん浸潤様式 (YK 分類) が臨床上有用であることが知られており、国内では頻用されている。その一方で浸潤様式の評価が、主観的な視覚所見によるものであり、評価者や施設間により大きな隔たりが生じ、客観的評価として統一しにくいことが問題である。そこで、本研究では浸潤先端部のデジタル画像からコンピュータ処理によって自動的に浸潤様式を判別する手法を開発することを目的とした。具体的には浸潤先端部の形状特徴を抽出し、臨床医の判断によって付与された浸潤様式とともに機械学習アルゴリズムであるランダムフォレストを用いて分類器を作成する。作成された分類器に複数のテスト画像を入力した結果、臨床医の判断ときわめて近い判断を出力することが確認され、デジタル画像からの浸潤様式の自動判別が高い精度で実現可能であることを示した。

キーワード：医用画像処理、機械学習、浸潤様式、口腔扁平上皮がん

* * *

<講座>

PET 装置の構成要素と基本原理 (3) PET イメージングに必要なデータ補正と画像再構成

田島英朗

【J-STAGE】 【MO】

本講座の第1回, 第2回では, PET データ取得のための検出器とその信号処理について概説した. PET の測定データは, 測定の過程でさまざまなノイズ成分が加わったり, 生体による減弱の影響を受けたりしており, 高精度な画像を生成するためには, さまざまな補正を行う必要がある. 本稿では, 測定されたデータを処理し, 各種補正を行い, PET 画像を生成する画像再構成法について解説する.

キーワード : PET, 画像再構成, データ補正

* * *

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. マンモグラフィーデータベース

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 2012 年 4 月時点のものです。最新情報は必ず HP でご確認下さい。

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

JAMIT e-News Letter No.25(通算79 ※)

発行日 平成28年12月15日

編集兼発行人 山谷 泰賀

発行所 JAMIT 日本医用画像工学会

The Japanese Society of Medical Imaging Technology

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

〒143-0006 東京都大田区平和島 5-1-1 ヤマトインターナショナルビル 8F

株式会社 メイ プロジェクト内 日本医用画像工学会事務局

TEL: 03(5767)5531 FAX: 03(5493)8551 E-mail: jamit@may-pro.net

※本誌の前身であるCADM News Letterからの通算号数です。