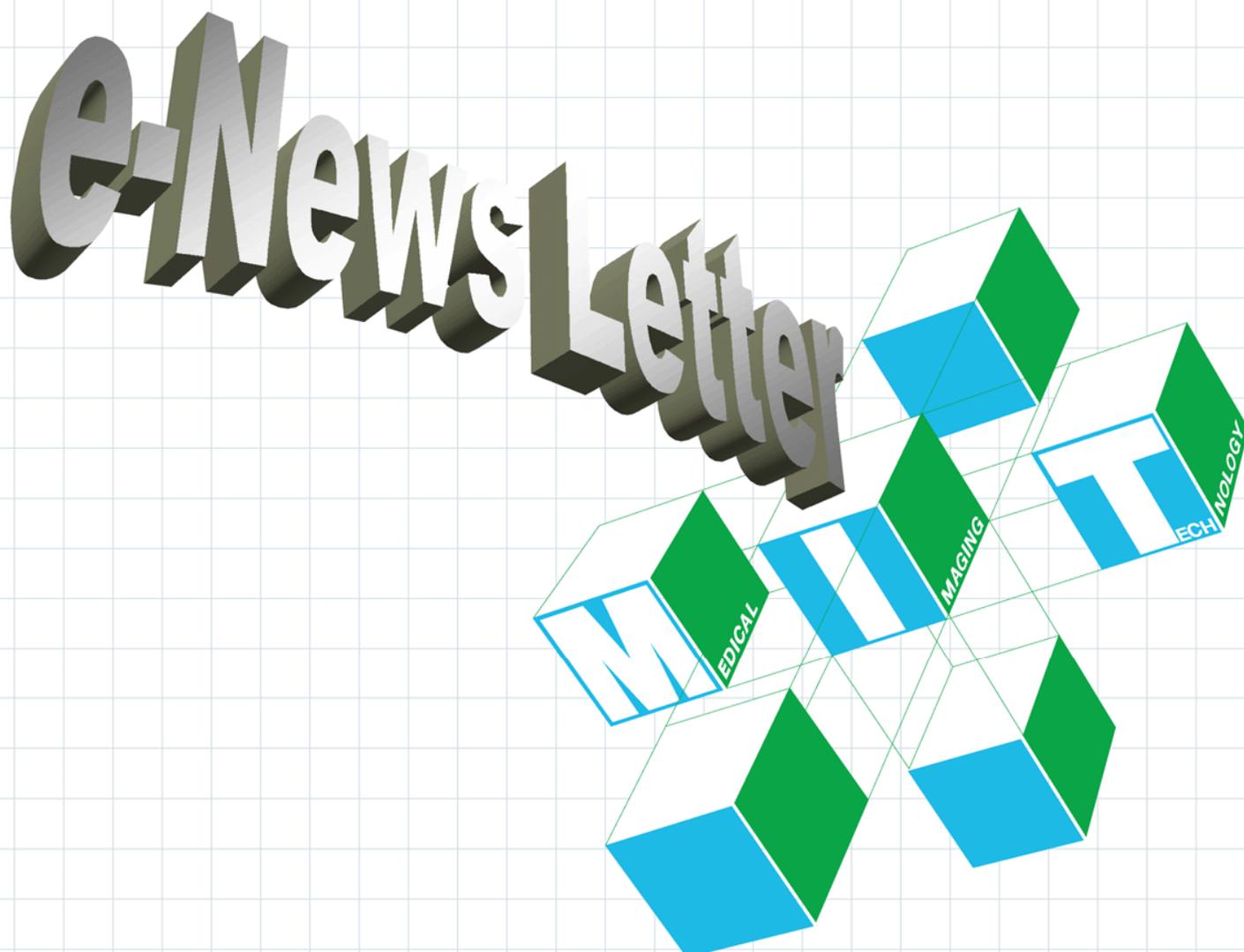


# JAMIT

The Japanese Society of Medical Imaging Technology



日本医用画像工学会

2017. 4 e-ニュースレター NO. 26 (通算80)

# 目 次

## 「連載: DICOM 活用の広がり」

第3回(最終回) 個人情報保護のための医用画像の匿名化技術

谷川 琢海(北海道科学大学)

・・・1

## 「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

・・・3

## 第3回(最終回) 個人情報保護のための医用画像の匿名化技術

谷川 琢海\*

### はじめに

診療現場において発生する DICOM 形式の画像情報には、患者や検査などを識別するためのタグ情報が含まれている。患者の個人情報が含まれる画像情報を研究用途に使用する際には、プライバシー保護のため、適切な匿名化処理を行い、倫理審査委員会などの所定の手続きおよび審査を経なければならない。連載の最後となる本稿では、個人情報保護のための医用画像の匿名化技術について解説する。

### 個人情報保護法と倫理指針の改正

2015年9月に「個人情報の保護に関する法律及び行政手続における特定の個人を識別するための番号の利用等に関する法律の一部を改正する法律」(以下、改正個人情報保護法という。)が成立した。現在、完全施行に向けた関連法令やガイドライン等の整備が行われている。そのうち、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」[1](以下、倫理指針という。)(文部科学省・厚生労働省)が2017年2月に改正され、指針の解釈や留意点を示したガイダンスも公表されている。

今回の改正では、これまで定義されていた「連結不可能匿名化」および「連結可能匿名化」の用語が廃止された。その一方で、新たに個人識別符号(ゲノムデータ等)、要配慮個人情報(病歴等を含む個人情報)、匿名加工情報、非識別加工情報、対応表といった用語が新たに定義され、それぞれの情報の分類について、必要な手続きの見直しが行われた。

臨床画像を用いた研究においては、自身が所属する医療機関で撮像した画像を匿名化して用いる場合、他施設で撮像された画像を匿名化したうえで提供してもらう場合、もしくは研究用途などに利用可能なすでに匿名化された画像を用いる場合に大別できる。法令改正に伴い、臨床画像を用いるための手続きや取り扱いが変更になるところがあるので、法令違反とならないように、従来から継続して研究を行っている場合も含めて、改正個人情報保護法および倫理指針の変更点を確認していただきたい。

### 医用画像の匿名化に関する標準規格

DICOM形式の画像情報にはさまざまなタグ情報が付けられている。法令や倫理指針で求められる匿名化を行うためには、技術的な観点からもどのタグ情報を、どのように匿名化すればよいかという一定のルールが必要である。そのルールとして、DICOM規格の第15巻「セキュリティとシステム管理のプロファイル(Security and System Management Profiles)」[2]の付属書E「属性の秘匿プロファイル(Attribute Confidentiality Profiles)」では、画像データの匿名化方法が規定されている。

さらに、日本画像医療システム工業会(JIRA)医用画像システム部会からは「医療情報利活用における匿名化技術ガイド」[3]が公表されており、タグ情報のうち、どの情報を、どのように匿名化すればよいかを説明している。以下、この匿名化技術ガイドに基づいて解説する。

\*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丁目4-1

## DICOM 画像の匿名化方法

DICOM 形式の画像情報のうち、患者の個人情報に関する部分を匿名化するという事は、単純にそのタグ情報のデータ要素を取り除けばよいわけではない。DICOM 規格では、タグごとにタイプ

(Type) や値表現を決めている。そのためむやみに削除してしまうと DICOM 規格違反のデータになってしまう、読み込めないデータになってしまうので注意が必要である。DICOM 規格で規定されている匿名化処理の技術的な方法を表 1 に、属性情報ごとに匿名化処理を適用する例を表 2 に示す。

例えば、Type 1 は長さがゼロでなく何らかの値が入っていること、Type 2 は値が不明ならば長さゼロで値なしにするように決められている。したがって、匿名化の際は、Type 1 の DICOM タグのデータ要素には長さがゼロでないダミー値をセットする必要がある。また、値表現 (VR) は、例えば検査日付 (0008,0020) であれば、VR が DA (Date) と定義されており、8 文字固定の文字列で、使える文字は数字のみと決められている。したがって、検査日を匿名化したいということで、“20140101” と入っている値を、“XXXXXXXX” といった数字以外の値に置き換えてしまうと DICOM 規格違反となってしまう。

その他、ディスプレイをスクリーンキャプチャしたセカンダリキャプチャ画像では、画像データ自体に個人情報が埋め込まれている場合があるため、画像に埋め込まれていないかを各自で確認しなければならない。また、装置ベンダが独自に定義するプライベートタグにも、個人情報が含まれているかもしれないので、原則削除することが望ましいとされている。

## まとめ

必要かつ十分な匿名化は、画像データに含まれる個人情報に依存するため、機械的な処理のみで適切かどうかの判断を行うことは難しい。個人情報保護に配慮しながらデータの必要性も踏まえて研究者が判断しなければならない。

表 1 匿名化処理の処理方法 [3].

コード	処理内容
D	ゼロでない長さのダミーの値に置換する。値の形式は VR と一致させる。
Z	長さをゼロにして値をセットしない、あるいは、ゼロでない長さのダミーの値と置換する。値の形式は VR と一致させる。
X	データ要素を削除する。
K	保持する。(シーケンスでない要素は変更なし。シーケンス要素は消去する)
C	消去する。識別情報を含まない値に置き換える。値は VR と一致させる。
U	インスタンスとして一貫性のある UID に置き換える。

表 2 DICOM タグ匿名化処理の例 [2, 3].

属性	タグ値	処理方法
患者の ID	(0010,0020)	Z
患者の名前	(0010,0010)	Z
患者の生年月日	(0010,0030)	Z
患者の年齢	(0010,1010)	X
患者の性別	(0010,0040)	Z
検査日付	(0008,0020)	Z
受付番号	(0008,0050)	Z
検査内容	(0008,1030)	X
患者コメント	(0010,4000)	X
検査コメント	(0032,4000)	X
施設名	(0008,0080)	X/Z/D (Type 3/ Type 2/ Type 1)
操作者名	(0008,1070)	X/Z/D (Type 3/ Type 2/ Type 1)
Study Instance UID	(0020,000D)	U
Series Instance UID	(0020,000E)	U
SOP Instance UID	(0008,0018)	U
プライベート属性	グループ 番号が奇数	X

## 参考文献

- [1] 文部科学省, 厚生労働省: 人を対象とする医学系研究に関する倫理指針. <http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/hokabunya/kenkyujigyou/i-kenkyu/index.html>
- [2] DICOM: PS3.15 Security and System Management Profiles. 2017, <http://dicom.nema.org/>
- [3] JIRA 医用画像システム部会 新 IMIT-WG SWG3: 医療情報利活用における匿名化技術ガイド. 2015, [http://www.jira-net.or.jp/commission/system/04\\_informatio n/files/tokumeika\\_guide.pdf](http://www.jira-net.or.jp/commission/system/04_informatio n/files/tokumeika_guide.pdf)

## 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 メール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. 35 No. 1 (2017 年 1 月号)

特集／画像処理非エキスパート研究者のための画像処理入門

### <特集論文>

### 濃淡画像処理とセグメンテーション

斉藤 篤

【J-STAGE】 【MO】

本論文では医用画像解析において重要な技術である、濃淡画像処理とセグメンテーション処理について解説する。濃淡画像処理については、平滑化と局所特徴抽出について述べる。セグメンテーションについては、スネークやレベルセットなどの動的輪郭モデル、グラフカット、アトラス法について取り上げ、それぞれに解剖学的事前情報を組み込む方法を紹介する。

キーワード：濃淡画像処理，セグメンテーション，人体アトラス

\* \* \*

＜特集論文＞

医用画像解析・手術支援システムにおけるレジストレーション

大竹義人

【J-STAGE】 【MO】

レジストレーションという用語は、医用画像解析の分野ではおもに画像上でのピクセル同士の対応関係を求める処理を指し、手術ナビゲーションシステムやロボット手術の分野では、光学式位置センサやロボットベースによって定義されるワールド座標系と患者に設定したローカル座標系との相対位置を求める処理を指す。両者は共に、別の計測装置で定義された計測空間同士の変換（写像）を求めることで2つの計測データを共通の座標系上で比較するための処理である。両分野での応用における相違点は、対象とするデータが画像、つまり格子状の離散座標点での画素値の集合である場合には変換後の座標値が必ずしも格子状でないため、何らかの補間が必要となるという点であるが、本質的な考え方は共通する。しかし、応用分野の違いからこれらのレジストレーションが統一した用語で説明されることは少ない。本稿では特にこの点を意識し、共通する要素技術である変換関数、類似度関数、最適化手法について概説するとともに、本研究分野の今後の展望について述べる。

キーワード：医用画像レジストレーション，手術ナビゲーション，変換関数，類似度関数，最適化手法

\* \* \*

＜特集論文＞

二値画像処理

平野 靖

【J-STAGE】 【MO】

本稿では、二値画像および二値画像処理の概要を解説する。通常、医用画像処理、あるいは術中動画像などは濃淡画像やカラー画像であり、これらに対して二値化を施すと二値画像が得られる。二値画像を入力として、目的の領域を抽出すること、およびその領域の分布状態や形状などの解析を行うことが二値画像処理の目的である。

キーワード：図形，背景，二値画像，二値画像処理

\* \* \*

＜特集論文＞

画像識別のための特徴量

玉木 徹

【J-STAGE】 【MO】

本稿では画像認識のための特徴量を概説する。まず基本的な統計量と線形フィルタを説明し、局所特徴量と Bag-of-words 表現、そして近年の畳み込みニューラルネットワークの利用について述べる。

キーワード：特徴量，フィルタ，局所特徴量，BoW，畳み込みニューラルネットワーク

**<特集論文>****術中画像処理**

中村亮一

**【J-STAGE】 【MO】**

画像診断技術と計算機技術の進歩により、術中においても医用画像を活用し精緻な治療誘導等を実現することが可能となっている。本稿では放射線治療および低侵襲外科治療において用いられる医用画像の特徴と、画像誘導治療を実現する上で必要な画像強調/領域抽出、画像統合（レジストレーション）、動態認識/追従のための画像処理技術について解説する。術中の画像処理においては精緻な画像誘導のために必要な精度・処理速度を適切に設定し、これに応じた手法選択・設計が必要となることから、臨床医学・情報工学双方からの学術的検討が必要となる。

キーワード：手術ナビゲーション，セグメンテーション，レジストレーション，画像特徴量

\* \* \*

**<サーベイ論文>****アミロイド $\beta$ をターゲットとしたPETを用いる****アルツハイマー病画像診断における動態撮像法の再評価**

木村裕一

**【J-STAGE】 【MO】**

認知症の大半を占めるアルツハイマー病では早期での診断が求められており、そのために、病因物質であるアミロイド $\beta$  ( $A\beta$ ) の脳への蓄積をPETを用いて画像化する、いわゆるアミロイドイメージングが診断手法として実用化されつつある。またその過程で、 $A\beta$ 蓄積の測定にあたってはより高い定量性が求められるようになってきている。そこで本稿では、PETを用いた $A\beta$ 定量撮像の理論を説明した後、その定量性改善のために薬剤投与後、複数回の撮像を実施する動態撮像の必要性、および臨床応用に際して問題となる総撮像時間に関する問題点を解決するための早期画像の可能性について説明する。

キーワード：PET，動態撮像，アミロイドイメージング，アルツハイマー病

\* \* \*

**<研究論文>****モルフォロジーフィルタバンクとAdaBoostを用いた眼底画像における血管抽出法**

井上知紀，橋本隆太郎，内山良一，内村圭一，上瀧 剛

**【J-STAGE】 【MO】**

眼底の血管は体外から唯一直接観察できる血管であることから、眼底検査は集団検診や人間ドックで高血圧症や動脈硬化症などの早期発見のために利用されている。近年の受診者数の増加によって医師の読影の負担が増しており、その負担を軽減するためにコンピュータ支援診断（CAD）の研究開発が行わ

れている。眼底画像の血管抽出は CAD システムにおける基本要素のひとつである。本稿では、モルフォロジーフィルタバンクと AdaBoost を組み合わせた血管抽出法を提案する。モルフォロジーフィルタバンクは眼底画像から血管の初期候補である線状成分を抽出するために用いる。また、AdaBoost はモルフォロジーフィルタバンクによって得た画像から偽陽性を減らすために用いる。DRIVE データベースを用いて提案手法の評価を行ったところ、感度は 0.7362, 特異度は 0.9714 であった。提案手法は、眼底画像における血管抽出法として有用である。

キーワード：コンピュータ支援診断 (CAD), 眼底画像, モルフォロジーフィルタバンク, AdaBoost

\* \* \*

### <研究論文>

#### Microscopic Acoustic Properties Analysis of Excised Rat Livers Using Ultra-High-Frequency Ultrasound

Kazuyo ITO, ZhiHao DENG, Kenji YOSHIDA, Jonathan MAMOU, Hitoshi MARUYAMA, Tadashi YAMAGUCHI

【J-STAGE】 【MO】

Detailed knowledge of the relation between tissue-specific acoustic properties and histologic features is essential to achieve highly accurate quantitative ultrasonography results. This study evaluated the relation between acoustic properties and microscopic histologic features, especially focusing on acoustic impedance and speed of sound in rat livers of four histologic types: healthy livers, fatty livers, livers with non-alcoholic steatohepatitis (NASH), fibrotic livers. An 80-MHz center frequency transducer (resolution 20  $\mu\text{m}$ ) equipped with a scanning acoustic microscopy system was employed. Statistical analysis showed that both acoustic impedance and speed of sound were slightly lower in lipid-rich tissue (i.e., fatty and NASH liver) than in healthy rat liver and were both higher in fibrotic liver than in the other types ( $p < 0.01$ ). This tendency suggests that these two parameters (impedance, speed of sound) indicated the presence of tissue degeneration caused by lipid deposits or fibrosis. It is thus possible to use them to distinguish an unhealthy from a healthy liver.

**Key words:** Ultra-high-frequency ultrasound, Acoustic impedance, Speed of sound, Liver, Scanning acoustic microscopy

\* \* \*

### <研究論文>

#### Accelerated Algorithm for Compressed Sensing Using Nonlinear Sparsifying Transform in CT Image Reconstruction

Jian DONG, Hiroyuki KUDO

【J-STAGE】 【MO】

In our previous paper (J Dong, H Kudo: Proposal of compressed sensing using nonlinear sparsifying transform for CT image reconstruction. Medical Imaging Technology. Vol. 34 pp235-244, 2016), we showed that nonlinear sparsifying transform provides a new framework of compressed sensing (CS) for sparse-view CT image

reconstruction. Furthermore, it was experimentally demonstrated to have superiority in improving image quality compared to total variation (TV) minimization, which is the most standard approach in CS. The image quality improvement appears in removing patchy artifacts, preserving accurate object boundaries, and preserving image textures. The TV uses the gradient transform which considers only correlations between adjacent pixels, while the nonlinear sparsifying transform can consider evaluating intensity variations among a specified relatively large search window. This property can be considered to be the key reason for achieving image quality improvement by the nonlinear sparsifying transform. However, the iterative algorithm developed in our previous paper, which can be viewed as a special case of standard iterative-thresholding (IT) algorithm, suffers from a drawback that it converges very slowly leading to a long computation time. The main reason of slow convergence is that the IT algorithm belongs to a class of simultaneous iterative algorithms, in which all projection data are used simultaneously (in parallel) for each image update. However, as is well-known in past research activities of CT image reconstruction, it is expected that the convergence can be significantly accelerated by introducing a class of row-action or block-iterative algorithm. Based on this observation, in this paper, we propose an accelerated algorithm of the CS using nonlinear sparsifying transform. By using proximal splitting framework, we succeeded in performing image update with a row-action-type program. The row-action-type update showed an encouraging acceleration such that both the iteration number and the computation time were reduced significantly compared to our previous simultaneous iterative algorithm. We investigated the efficiency of proposed accelerated algorithm using a numerical phantom and a practical CT image.

**Key words:** Computed tomography (CT), Image reconstruction, Compressed sensing (CS), Nonlinear sparsifying transform, Row-action-type acceleration

Medical Imaging Technology Vol. 35 No. 2 (2017年3月号)

特集／産官学連携・医工連携における課題と展望

＜特集論文＞

CADにおける産官学および医工連携

—医学側の立場より—

縄野 繁

【J-STAGE】 【MO】

CAD (computer-aided diagnosis or detection) の開発には、データベースの整備と病変の特徴を説明できる医師とプログラムを行う工学者の協力が必要である。共同で研究をスムーズに進めるためには、お互いのコミュニケーションと成果の扱い方が重要である。研究成果を製品化するためには企業の参画が鍵となるが、企業、医師、工学者がおのおので行う研究とそれぞれが協力して開発する領域がある。中途半端な意見や迎合的な評価は後で混乱や間違いの原因となるため、新しい試みの出来が良くないときには企業に対しはっきりと意見を言うことが大切である。

キーワード：CAD, 産官学, 医工連携, CAD コンテスト, CADM News Letter

＜特集論文＞

CAD 開発における産官学および医工連携

—工学側の立場から—

藤田広志

【J-STAGE】 【MO】

「CAD 開発における産官学および医工連携」のテーマで、工学側の研究者の立場から、CAD 開発研究を例に取り、記述した。医工連携については医学系（医師）との付き合い方を中心に、また、産学連携については民間企業への要望が中心になる。これまでに経験した例をもとに書いたものであり、必ずしも一般論といえるものではないので、ご承知の上で参照されたい。

キーワード：医工連携、産学連携、産官学連携、医用画像、コンピュータ支援診断（CAD）

\* \* \*

＜特集論文＞

医療機器開発における産官学および医工連携

—日本医療研究開発機構（AMED）の立場から—

植村宗則

【J-STAGE】 【MO】

日本医療研究開発機構（AMED）は『3つのLIFE（生命、生活、人生）』を大切にしたい医療分野の研究成果を一刻も早く実用化し、患者さんやご家族のもとにお届けすること』を使命とし、医薬品・医療機器・再生医療などといった9つの連携分野を中心とした、設立時点で3,000を超える研究課題を推進している。本稿では特に医療機器開発に関するAMEDが実施する支援事業の取り組みを紹介する。

キーワード：AMED、医療機器開発、医工連携、実用化

\* \* \*

＜特集論文＞

MRI 開発における産官学医工連携

—産側の立場から—

梶沢宏之

【J-STAGE】 【MO】

MRI は生理学的な現象を鋭敏に反映するコントラストメカニズムをもつため、豊かな画像コントラストを提供することができ、それゆえ広く臨床応用が展開されてきた。一方で、単一の物理量としては表現が難しい生理学的現象を、ファントムで擬似的に模倣することは難しい場合も多い。そのため、MRI 技術開発には、おのずとヒトを対象とする研究が開発段階から必要となり、医工連携なくしての開発はきわ

めて難しいといえる。本稿では、MRI 開発における医工連携の重要性を述べ、いくつかの過去の医工連携の事例を紹介したい。また、現状の産官学連携の企業側からみた課題と、今後の期待についても議論したい。

キーワード：MRI, 技術開発, 産学連携

\* \* \*

### ＜特集論文＞

## CT 開発における産官学および医工産連携

### —産側の立場から—

東木裕介, 杉原直樹, 尾寄真浩, 坂口卓弥

【J-STAGE】 【MO】

X線 CT 装置の登場以降、20 世紀中は技術的および事業的にも欧米メーカーが圧倒し、日本国内においても国内メーカーは後塵を拝していた。しかし東芝メディカルシステムズ株式会社は医側からのインプットを得て長年ユニークな先端 CT 技術を開発し続け、近年、事業的にも世界市場上位を占めるまでに成長した。東芝メディカルシステムズ株式会社の CT 開発における医と産の連携事例の中から、その成長のヒントを探るとともに、今後の医工産連携の在り方を探る。

キーワード：連携, 医学, 工学, 産業, CT

\* \* \*

### ＜研究論文＞

## 人工症例画像の CAD 開発への有効性検証と客観的評価基準としての活用の提案

安倍和弥, 武尾英哉, 黒木嘉典, 永井優一, 縄野 繁, 北坂孝幸

【J-STAGE】 【MO】

CAD システムの開発における症例画像の不足を補うことを目的に、病変の存在しない画像に腫瘍などの病変を埋め込み、人工的に症例画像を作成する取り組みが行われている。筆者らは、人工症例を含む学習データを用いて設計した判別器による検証から、肝腫瘍 CAD への有用性の一例を示した。本研究では、さまざまなバリエーションの人工症例データベース (DB) を作成し、実運用を視野に入れ、CAD の未知データへの判別性能向上が見込める最適な組み合わせ法や生成方法を提案する。サイズの大小やコントラストの濃淡をさまざまに変化させることにより、埋め込む病変を強調した人工症例を学習データとして作成、設計した判別器の未知データに対する性能から最適な学習データ構築法を検討し、その有効性を確認した。さらに本手法の汎化性を確認するために、他部位への応用として、乳がん腫瘍 CAD にも適用し、有効性があることを確認した。また、人工症例 DB を各種 CAD の性能評価尺度として用いることも提案する。すなわち、標準的なサイズやコントラストの病変 (腫瘍など) に対して、定量的に大きさや淡さを変えた場合の検出性能を比較することで客観性のある評価基準になり得ると考えられる。

キーワード：肝腫瘍, CAD, 人工症例画像, 乳がん, 客観的評価基準

## &lt;講 座&gt;

## X線コンピュータ断層撮影における被ばく (1)

## X線 CT 撮影における被ばく線量評価の基礎

藤井啓輔

【J-STAGE】 【MO】

放射線による被ばく線量を表すため、さまざまな線量が定義されており、目的に応じて使い分ける必要がある。放射線診療では、検査ごとに特有の線量指標が用いられており、X線 CT (computed tomography) 撮影では、CT 装置の性能評価および品質管理を目的とする線量指標として、CTDI (computed tomography dose index)、DLP (dose length product) が用いられている。また、CT 検査を受診した被検者に対する線量管理を目的とした線量指標には、各組織・臓器の吸収線量 (臓器線量) や実効線量がある。被検者に対する代表的な線量評価方法として、人体を高度に模擬した物理ファントムと小型線量計を用いた実測による方法や、デジタルファントムを用いたモンテカルロシミュレーション計算により線量を推定する方法などがある。本稿では、放射線の線量の種類、線量指標、被検者に対する線量評価方法について紹介する。

キーワード：CT, 医療被ばく, 放射線防護, 臓器線量, 実効線量

\* \* \*

## JAMIT e-News Letter No.26(通算 80 ※)

発行日 平成29年4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](mailto:jamit@may-pro.net)

※本誌の前身であるCADM News Letterからの通算号数です。