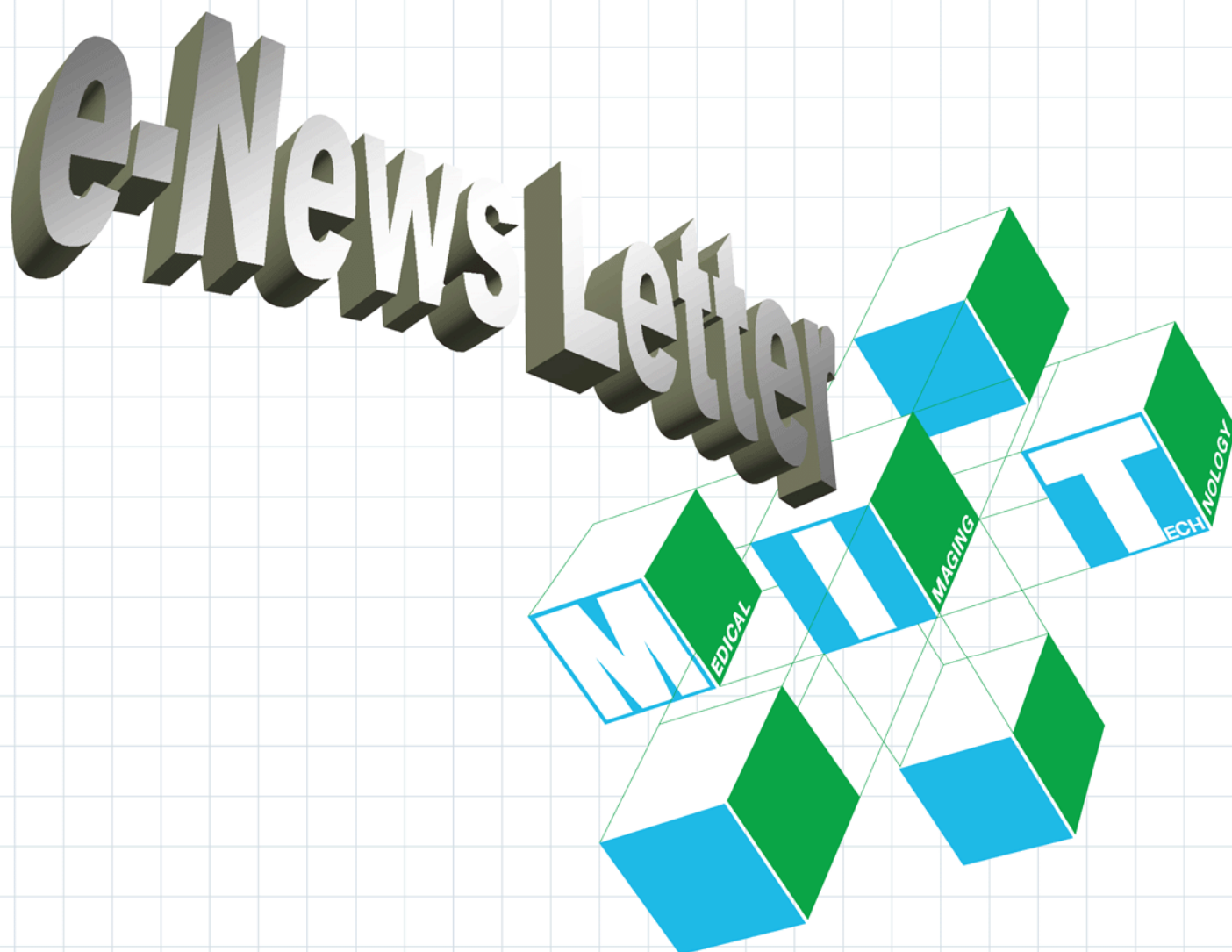


JAMIT

The Japanese Society of Medical Imaging Technology



日本医用画像工学会

2015. 7 e-ニュースレター NO. 21 (通算75)

目 次

「JAMIT 大会開催告知」

JAMIT 2015 特別講演および教育講演の要旨

清水 昭伸(東京農工大学大学院共生科学技術研究院) ……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

……4

「学会参加報告」

Fully 3D の薦め

田島 英朗(放射線医学総合研究所) ……14

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) ……16

JAMIT2015 特別講演および教育講演の要旨

清水昭伸*

2015年7月30日(木)～8月1日(土)の3日間、金沢大学の真田茂大会長のもと、金沢歌劇座にて第34回日本医用画像工学会大会(<http://jamit2015.w3.kanazawa-u.ac.jp/index.html>)が開催されます。

本稿では、特別講演(2日目午後)、チュートリアル講演(初日午後)、教育講演(2日目午前と3日目午後)の要旨を紹介します。多数の皆様のご参加をお待ちしています。

特別講演

「医用画像データに基づく生体力学シミュレーション」

高木 周(東京大学大学院工学系研究科)

本講演では、疾患の早期発見や低侵襲治療の支援および予後の予測、さらには新しい医療機器の開発を目指し、スーパーコンピュータ「京」向けに開発が進められている生体力学シミュレータについて紹介する。生体力学シミュレーションに特有かつ重要となるのが、MRI、CT、超音波などの医用画像データをもとにした解析である。特に、静的な画像データに対して、その動的挙動を表す支配方程式(質量保存式と運動量保存式など)を解くことにより、動的挙動を予測し、診断・治療に生かしていくことが大きく期待されている。ここでは、具体的な例として、医用画像データに適したシミュレーション手法の開発や、国産初の超音波治療器開発に向けた設計支援シミュレーション、血流や骨格筋のシミュレーションなどを通して、シミュレーションが作る新しい予測医療について説明する。

チュートリアル

「デジタルラジオグラフィ(DR)の黎明期から未来」

1. CR開発と今後の展望

加藤豊久(元・富士フイルム株式会社)

19世紀に発明された「銀塩写真」は化学技術の粋を集めた卓越したプロダクトであるが、エレクトロニクスの進歩、さらにはデジタル化・IT化の進展に伴い、「デジタル写真」にシフトしてきた。演者は富士フイルムにあって、銀塩のX線写真フィルムの生産技術開発からスタートし、一貫して医療分野、特に画像診断分野に携わってきた。X線写真のデジタル化はコンピュータ黎明期の1971年(AppleもWindowsもない時代です)にその方向性が社内で検討された。1975年にプロジェクトを立ち上げて要素技術研究を推進し、1981年に基本技術を完成した。製品となって世に出るのは2年後の1983年である。富士フイルムは写真フィルムがなくなるという会社存亡の危機を乗り越えて「第二の創業」を成し遂げたが、その原点ともなるのがデジタルX線写真「CR」である。本チュートリアルでは、CRの歴史をレビューし、CRがもたらしたインパクト、およびその社会的、技術的意義と今後の展望を俯瞰する。

2. FPD誕生とその後の展開

井上仁司(キヤノン株式会社医療機器事業部医療機器PLMセンター)

当社は、カメラメーカーとしての操業当初である1940年には国産メーカーでは初めてX線間接撮影装置を発売することで、X線撮影装置メーカーとしても第一歩を踏み出した。以来、1963年

には、やはり国産メーカーとして初めて X 線ミラーカメラを発売するなど、独自のカメラ技術をもとに、X 線画像検査に貢献してきた。そして、1998年にX線フラットパネルディテクター(FPD)を用いたデジタルラジオグラフィ（DR）であるCXDI-11を世界に先駆けて商品化した。FPD開発には、当社が自社のファクシミリの小型化のために独自開発した広い紙面を光学系なしで直接読み取るコンタクトイメージセンサー技術が応用された。DRの導入によってX線撮影のワークフローは革新的な変化を遂げX線検査業務効率化に貢献できた。その後、FPDを用いたDRは、ポータブル化、フィルムカセットサイズ化、無線化、X線自動検出など、順次発展することでS/F系のもつハンドリングのよさも取り込み、病院業務のIT化も伴って一気に普及してきている。今後、FPDのさらなる機能性の向上を基本として、DRを用いた新たな医用アプリケーションへの発展が期待される。

3. CR、臨床の洗礼を受ける

船橋正夫（大阪府立急性期・総合医療センター）

1987年、大阪府立病院（現：急性期・総合医療センター）は、世界初の試み「一般撮影領域の全面CR化」を決行した。初号機登場（1983年FCR101）から4年目のことであった。アナログ全盛の中、突然明らかにされた計画に、多くの人が無謀な試み「時期尚早」と発言した。「今からでも遅くない、計画を変えるべきだ！」と真剣に諫める人、「馬鹿な奴らだ」と鼻で笑う人など多くの言葉が投げかけられたが、誰も「快挙」とは言わなかった。その後、日本全国はもとより米国、ドイツ等から多くの見学者が訪れ、大きな反響の中で、デジタル時代の幕は切って落とされた。

全面CR化の着想（1985年）から装置設置・新病院開院までの2年の準備期間が、その後の一般撮影領域の医用デジタル画像の方向性を決定した期間であったと確信している。基本コンセプトは、「アナログでできることはすべてデジタルで

実現する」であった。われわれが何を検討し、何を開発し、そして「FCRがどのように臨床の洗礼を受けたか」をお伝えする。そこには現在に通じる、装置開発に取り組む技術者と、臨床現場で患者に向かう技師たちの生の姿があったからである。

4. DRが臨床にもたらしたもの：デジタル画像処理技術の胸部画像診断への応用

佐々木康夫（岩手県立中央病院放射線科）

わが国における電子カルテ発展にCRを端緒とするデジタル画像技術がどれほど大きく貢献したかは計り知れないものがあるが、経時的差分画像（TS）とエネルギー差分画像（ES）に代表されるデジタル画像処理の技術も少しずつ臨床現場に受け入れられつつある。TSは時間経過で変化した病変のみを明瞭に表示するため、病変の発見に有用性が高く、肺癌検診にも不可欠なツールとなりつつある。ESは曝射時のエネルギー差を用いて骨陰影を除去し肺病変をわかりやすく明示できるが、病変のコントラストが高くはならない。最近、ソフト的に骨除去画像（BS）を作成することが可能となり、BSを用いたTSも簡便に作成することが可能となった。そのため、今まで顧みられなかったポータブルX線画像の診断能も格段に向上したと考えている。今後は、病院内のみならず地域対象として新技術を応用していくことで、DRの臨床的な価値はさらに向上することが期待される。

教育講演 1

画像診断医にとっての2045年問題：Deep Learningを用いた画像診断についての検討

中田典生（東京慈恵会医科大学 IT戦略室／放射線医学講座）

PubMedにより年別論文数の推移を検索すると、CADに関しては1980年代末から、AIに関しては1990年代から、deep learningについては2000年代半ばから発表論文数の増加が認められる。その一

方で、コンピュータの user interface (以下 UI) は 1960年代から始まった AI を用いた UI については、何度かの冬の時代を通じて、近年音声認識などようやく実用化が注目されるようになった。2014年にジュレミー・ハワードが設立した deep learning を用いた医用画像の読影を行う会社が設立されたが、現在 AI で使用されている普及したデバイスは音声認識入力を中心に、日本においては AI を用いた診断支援は決して盛んとはいえない。ヒトゲノム計画が完了し、画像診断の分野でも radiogenomics を取り入れ、画像診断医が AI と協調して診療にあたるのが今後の画像診断医に求められてくる。

教育講演 2-1

医学と工学を繋ぐ画像技術学 —X線 CT—

市川勝弘 (金沢大学医薬保健研究域)

Computed tomography (CT) の優れた空間分解能と低コントラスト検出能は、マルチスライス CT による即時性と合わさることでより優位性を増し、CT 検査は被曝という侵襲をとまなうものの医用画像診断への寄与は依然高い。また、デュアルエネルギー解析により、これまでの CT の欠点を補いつつさらに物質密度画像などの新しい診断価値が見いだされようとしている。また一方では被曝低減への取り組みも盛んであり、再構成法のイノベーションにより低線量化されつつ、被曝

管理法の進化とともに線量適正化が重視されるようになった。本講演では、CT の新技術の臨床的効果に触れつつ、どの程度の線量でこういった画質を提供でき、これが臨床的に必要とされる画像とどう関係するか、現状の CT 装置に適合する画質評価手法とあわせて解説する。

教育講演 2-2

医学と工学を繋ぐ画像技術学 —MRI—

宮地利明 (金沢大学医薬保健研究域)

ここでは最初に、MRI によって得られる血流、分子拡散、代謝、磁化移動、温度、力学的特性などのさまざまな機能情報に関して、撮像法とハードウェアの変遷を交えながら概説する。次に、MRI によって取得した上記機能情報を利用して、頭蓋内環境を統合的に解析するプロジェクトに関して紹介する。脳は制限空間である頭蓋腔に存在するため、髄液循環障害、占拠性病変、脳浮腫などによる頭蓋内環境の変化は、脳の恒常性と破綻に密接に関係する。そこで頭蓋内環境を MRI によって統合的にモニタリングして臨床に役立たせるプロジェクトを立ち上げた。特に本プロジェクトの中心的位置付けにある頭蓋内コンプライアンスの解析法と脳内水分子の揺動を画像化する方法およびこれらの臨床利用に関して述べさせていただく。最後にこのプロジェクトを進展させた重力 MRI に関しても簡単に紹介させていただく。

第 34 回日本医用画像工学会大会のお知らせ (JAMIT2015)

大会長：真田 茂 (金沢大学大学院医学系研究科保健学 教授)

会期：2015 年 7 月 30 日 (木) ~ 8 月 1 日 (土)

会場：金沢歌劇座 (金沢市下本多町 6-27)

ホームページ：http://jamit2015.w3.kanazawa-u.ac.jp/

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

日本医用画像工学会誌「Medical Imaging Technology」編集委員長をしております筑波大学の工藤です。本雑誌に掲載された論文を非会員の方にも広く知っていただくために、JAMIT News Letter に論文アブストラクトと全文アクセス先である J-STAGE および Medical Online へのリンクをあわせて掲載することを、News Letter の本号より開始しました。

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。

日本医用画像工学会誌「Medical Imaging Technology」編集委員長
筑波大学システム情報系情報工学系
(JST-ERATO 量子ビーム位相イメージングプロジェクト)
工藤 博幸
E-mail: kudo@cs.tsukuba.ac.jp

Medical Imaging Technology Vol. 33 No. 1 (2015 年 1 月号)

特集／脳を対象とした縦断的画像の利用

<特集論文>

大規模脳画像データベースからみる脳発達・加齢に関する縦断研究

瀧 靖之

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

近年、多数の被験者を対象とした研究や大規模な疫学研究において、磁気共鳴画像（MRI）を用いた脳画像の収集も行われるようになってきている。このような疫学研究に脳画像を用いる際、ある一時点での横断的なデータ収集だけでなく、縦断的にも収集することは大変重要である。横断研究の利点は、比較的短期間に幅広い年齢層のデータを収集できることだが、一方で、種々の解析を行う際に、横断研究では個人間でのばらつきが結果に影響してくる可能性がある。これに対して、縦断研究では、収集に大きな時間と手間がかかるが、個人内の変化を解析するために軽微な変化を鋭敏に捉えることができる。本稿では、われわれがこれまで遂行してきた大規模脳画像データベースを用いた、脳発達、加齢研究の横断的、縦断的解析結果を提示し、横断研究および縦断研究からみた脳の発達、加齢を紹介したい。

キーワード：脳画像データベース，MRI，発達，加齢

* * *

<特集論文>

脳 PET/MRI による横断・縦断研究（石川ブレインイメージング研究）について

松成一朗

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

アルツハイマー病に代表される認知症は、高齢化社会を迎えるわが国の健康上の最大の心配事のひとつである。われわれは、認知症などの脳変性疾患の早期診断法の確立を目指して2002年より「石川ブレインイメージング研究」に取り組んできた。これまで1,365例の地域ボランティア被験者と590例の認知症（疑い含む）患者にMRI/ ^{18}F -fluorodeoxyglucose (^{18}F -FDG) PET 検査を施行してきた。その結果、ボランティア被験者であってもさまざまな疾患を抱えている場合があり、健常者の基準を満たさない例も数多く存在すること、アルツハイマー病には多様性があり、海馬にほとんど萎縮がなく、代謝低下の中心部位である後部帯状回に脳萎縮を認める場合もあることなどを明らかにしてきた。今後、これまで蓄積したデータが日本の多施設認知症研究でどのように利用できるかを検討中である。

キーワード：PET，MRI，アルツハイマー病，認知症

* * *

＜特集論文＞

アルツハイマー病の診断に関する SPECT, PET を評価対象とした多施設共同縦断的臨床研究

伊藤健吾

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

アルツハイマー病 (AD) の画像診断に関連した代表的な多施設共同研究としては、「MCI を対象としたアルツハイマー型痴呆の早期診断に関する研究 (J-COSMIC)」, 「MCI を対象とするアルツハイマー病の早期診断に関する多施設共同研究 (SEAD-Japan)」, Alzheimer's Disease Neuroimaging Initiative (ADNI) などがあり, 臨床評価, 神経心理検査以外のおもな評価対象は, 前二者では, それぞれ脳血流 SPECT, FDG-PET であったが, ADNI では, 画像 (MRI, FDG-PET, アミロイド PET), 髄液バイオマーカー, 遺伝子など多種類のバイオマーカーが対象となっている。これらの研究で確立された AD の発症と進行の標準的な評価法は, 治療薬の開発に大きな貢献をすると予想される。

キーワード: アルツハイマー病, SPECT, PET, アミロイド, 多施設研究

* * *

＜特集論文＞

縦断ボクセルベース・モルフォメトリー

根本清貴

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

全脳を対象に灰白質・白質の密度や体積をボクセルごとに探索的に評価するボクセルベース・モルフォメトリー (voxel-based morphometry: VBM) は脳形態画像解析において広く用いられている。近年, これを縦断解析に応用した結果が発表されている。縦断 VBM は, 前処理の時点で工夫が必要であり, 統計解析においても反復測定であることを考慮に入れた統計モデルを作ることが重要となる。縦断 VBM はまだ方法が十分に確立しているとはいえ, さまざまな要因で結果が変わり得ることから, 解析を行う際には注意が必要である。疾患の病態や健常加齢による脳形態変化を解明するためには, 縦断解析は必要不可欠であることから, 再現性の高い標準的な解析手法の確立が望まれる。

キーワード: ボクセルベース・モルフォメトリー, 縦断解析

* * *

＜特集論文＞

多施設共同研究における脳構造 MRI を用いた脳変性疾患の縦断的解析について

—ADNI を中心に—

舞草伯秀, 深見忠典, 松田博史

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

アルツハイマー型認知症の発症の本質的な過程に直結した代理マーカー策定のための大規模な多施設臨床研究 (ADNI) が, 2004 年より米国で発足した。これは臨床・心理・画像・生化学などの多様な検査を 6 か月間隔で 2 年ないし 3 年間行い, アルツハイマー型認知症の進行動態を正確にかつ客観的に評価する方法を策定する試みである。特に, MRI など脳画像を用いて疾患による構造変化を捉える手法は, 高い客観性と再現性をもつ代理マーカーになり得るとされている。しかし MRI は, 用いる装置や撮像プロトコルに依存して画像の品質が異なるため, 縦断的解析には一貫した撮像装置とプロトコルを用いる必要がある。また, MRI は撮像原理に起因する画像ひずみや信号不均一性の問題があるため, 事前の補正が不可欠である。ADNI の成果によるデータベース公開は, 過去に報告された脳画像解析法を用いた再現実験を可能にし, 縦断的解析に内在する問題を明らかにした。縦断的脳画像解析では, 画像変換の際の対称性や容積変化量における推移性を担保したアルゴリズムを用いることが重要である。

キーワード : 臨床研究, ADNI, 脳画像, MRI, 縦断解析

Medical Imaging Technology Vol. 33 No. 2 (2015 年 3 月号)

＜研究論文＞

認知症診断支援法の大規模脳検診への臨床応用

垣本晃宏, 岡田裕之, 西澤貞彦, 蓑島 聡, 尾内康臣

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

われわれは対象とする脳疾患との類似度を一つの客観的な指標値として算出する脳疾患診断支援法を考案し, アルツハイマー型認知症や軽度認知障害患者をターゲットとしてこれまでその性能を評価してきた。また, 約 20,000 件の FDG-PET 画像から重複しない約 6,000 名の正常被験者を厳選し, 性別・年齢階層別の正常脳データベースを構築した。これら 2 つの技術を浜松 PET 診断センターのシステムに導入し, 実際の臨床現場において試験的な運用を行っている。これまで約 2 年間・735 名の検診者に対する医師の診断結果と本手法により算出される指標値とを比較したところ, 感度 75.6%, 特異度 78.1%, 正診率 77.8% となり, 軽度認知障害患者を対象とした場合の精度と同等の精度が得られた。このように認知症の早期発見を目的とする健常者を対象とした大規模な脳検診においても, 本手法の診断支援ツールとしての有用性が示された。

キーワード : CAD, PET, 認知症, アルツハイマー

＜研究論文＞

ファジィ物体成長モデルによる MR 画像からの脳領域自動抽出

中野椋介, 小橋昌司, 倉本 圭, 若田ゆき, 安藤久美子, 石蔵礼一, 石川智基, 廣田省三, 畑 豊

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

新生児脳疾患の計算機診断支援を目的に、アトラスモデルによる MR 画像からの脳領域抽出法が提案されている。しかし、新生児は成長に伴い脳形状が大きく変形するため、単一のモデルでは不十分であり、成長に合わせて変形するモデルが必要となる。成長の指標としては年齢があるが、新生児は成長速度に個人差が大きく、年齢を基準としたモデルでは、ばらつきが大きく、鮮鋭なモデルが得られないことが予想される。本論文では、脳領域の解剖学的特徴点を用いた多様体学習により推定された脳発達度をもとにファジィ物体成長モデル (fuzzy object growth model: FOGM) を構築する。そして、FOGM を用いたファジィ連結度領域抽出法を提案し、脳領域を抽出する。提案法による抽出結果を単一のモデルでの抽出結果、年齢を基準とした FOGM による抽出結果と比較し、抽出精度が向上していることを示す。

キーワード : MRI, 多様体学習, ファジィ物体成長モデル, 新生児脳, ファジィ連結度

* * *

＜講 座＞

三次元データのモデリングと可視化技術の基礎と最前線, 医用画像可視化への応用 (1)

球面調和関数による三次元臓器モデリングと可視化への応用

健山智子, 陳 延偉

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

高精細医用画像から得られる人体内部の臓器形状情報を計算機上で再現する際、一般的には、形状表面における特徴点座標を取得する点分布モデル (point distribution model) などが用いられる。本講座では、この点分布モデルに対し、球座標系で形状情報を表現する球面調和関数を用いた臓器形状モデルについて解説を行う。球面調和関数は、三次元ラプラス方程式における角度成分を基底関数として取り扱うことで、複雑な形状をその係数で表現することができる。よって、従来の点分布モデルと比較すると少ない形状ベクトルの次元数で情報を表現でき、膨大な情報量を要する機械学習や今後の遠隔医療におけるデータ送信などに対し、効率的に取り扱うことが期待できる。

キーワード : 臓器の三次元形状表現, 球面調和関数, 点分布モデル, パラメタリゼーション

Medical Imaging Technology Vol. 33 No.3 (2015 年 3 月号)

特集／バイオイメージング

<特集論文>

ライブセル四次元イメージング

中野明彦

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

光学顕微鏡技術は、現在著しい進化を遂げている。空間分解能を規定すると考えられていた回折限界を超える方法が次々に考案され、さらに時間分解能も向上して、生きた細胞（ライブセル）の中で起こっている分子レベルの減少を直接超解像で観察する（四次元イメージング）ことが可能になりつつある。最先端の細胞生物学の問題への応用の例をいくつか挙げながら、その威力を説明する。

キーワード：ライブセルイメージング，共焦点レーザー顕微鏡，超解像ライブイメージング，SCLIM，ゴルジ体

* * *

<特集論文>

定量的生命科学のためのバイオ画像解析とその哺乳類発生動態への応用

小林徹也，バシヤール カイルル，舟橋 啓，藤森俊彦，山縣一夫

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

バイオイメージング技術の発展と普及とともに、顕微鏡イメージから生命システムの動態に関する情報を定量的に取得する方法としてバイオ画像解析技術は大きく注目されている。本稿では、イメージングデータへの画像解析の応用事例について概説するとともに、哺乳類着床前胚の発生動態と細胞系譜の再構成を目的とするわれわれの研究の進展について紹介する。

キーワード：哺乳類着床前胚，バイオイメージ・インフォマティクス，細胞系譜，定量生物学，発生

* * *

<特集論文>

細胞内画像からの粒子検出と追跡

堀田一弘

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

本論文では細胞内画像から粒子を検出、追跡する方法について紹介する。粒子検出では、多数の教師付きデータがある場合の方法と少数の教師付きデータしかない場合の方法を紹介する。多数の教師デー

タがある場合には機械学習を利用し、教師付きデータが少ない場合には粒子周辺の文脈情報を利用することにより精度を向上させた。また、粒子追跡では SIFT 特徴をもとにベイズの事後確率を用いた。この際、誤追跡の可能性を考えることにより、精度向上を図った。

キーワード：粒子検出，粒子計数，粒子追跡，細胞内画像

* * *

<特集論文>

数理最適化とバイオイメージ・インフォマティクス

内田誠一

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

バイオイメージ・インフォマティクスは、画像情報処理技術を駆使した生命現象の自動定量化や知識発見を目的としている。ただしバイオイメージの解析には、ノイズや低解像度といった撮像系に由来する問題や、半透明で境界が曖昧な物体や同じ見えをもつ物体が多数存在するケースなど、対象そのものに由来する問題が存在する。そこで、数理最適化に基づく画像情報処理技術の利用が考えられる。数理最適化法とは、さまざまに考えられる解の中で最もよいものに決定する方法であるため、より適切な解が得られると期待できる。一方、数理最適化も適切に使われなければ、現実的な時間内で解けないケースが発生する。本稿では、数理最適化の初学者を対象として、数理最適化とは何か、どのような問題が起こり、それをどう解決できるかを平易に説明する。その後、実際に数理最適化をバイオイメージ・インフォマティクスの課題に応用した結果について紹介する。

キーワード：バイオイメージ・インフォマティクス，数理最適化，グラフカット，動的計画法，最小コストフロー

* * *

<特集論文>

バイオイメージング分野における画像の自動分類

朽名 夏磨

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

可視化技術や撮像法の発達にともない、生物画像の多様化と大規模化が進んでいる。その結果、研究現場で得られる画像データの次元やサイズは膨れ上がっており、画像解析における計算機支援のニーズは高まっている。しかし、生物画像の特色ともいえる多様性と多目的性ゆえ、画像の解析を多方面からサポートするソフトウェア環境の活用はまだまだ不十分である。本総説では、細胞周期の分類を例に多量の生物画像群の自動的な分類を実現するために用いられているアプローチについて、教師なし学習による方法、教師付き学習による方法、そして能動学習による方法、の3つに分けて概説し、能動学習による分類手法として筆者らが開発している CARTA (clustering-aided rapid training agent) 法を紹介する。

CARTA は専門家との対話的プロセスを通して特徴選抜とアノテーションを進め、多種多様な生物画像の中から分類対象となっている画像にあわせて分類器を生成するシステムである。CARTA による細胞周期分類、細胞内の局在判定、MRI からの悪性腫瘍の推定の例を最後に概述する。

キーワード：画像分類，機械学習，能動学習，細胞周期，細胞核

* * *

<特集論文>

生物画像処理のためのクラウド型システム

森田正彦，吉澤 信，井尻 敬，俵 丈展，西村将臣，趙 武魁，黒木一平，舛本 現，辻村有紀，姫野龍太郎，横田秀夫

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

CT, MRI やレーザー顕微鏡など、画像取得技術の向上と普及に伴い、取得した大規模な画像の管理・処理・解析のためのツールが生物学・医学分野で強く求められている。本稿では、既存の画像処理システムと理化学研究所での取り組みを、生物学研究とネットワークを介した利用の視点から紹介する。

キーワード：クラウド型システム，生物画像，画像解析・処理，領域抽出

* * *

<研究論文>

T₁緩和の影響を排除した高速照射磁場分布計測手法の開発

伊藤公輔，瀧澤将宏，高橋哲彦

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

高磁場 MRI では、照射 RF パルスの生体内での波長が生体のサイズと同程度になる。このため、生体内で照射 RF パルスの位相が変化し、照射 RF パルスの空間的な分布 (B₁ 分布) が不均一になる。この問題を解決する手法の一つとして RF シミングが用いられる。RF シミングでは、RF 照射コイルの各チャンネルの B₁ 分布の情報 (以下 B₁ map) を用いる。B₁ map 計測では、T₁ 緩和の影響を排除することが必要であり、従来法では撮像時間が長いという課題があった。そこで今回、プリパルスを用いた高速 B₁ map 計測方法 (multi Td 法) を開発した。multi Td 法では、プリパルス印加前後に取得した画像を使って B₁ map を計算する。プリパルス印加前後の画像を連続的に取得することで、2 チャンネル照射コイルの場合の撮像時間は 5.5 秒と高速となる。また、プリパルス印加前の画像を参照した計算により、T₁ 緩和の影響が排除できるため、高精度な B₁ map が得られた。

キーワード：B₁ map，RF シミング，高磁場 MRI，RF 送信

* * *

<研究論文>

乳腺 Ki-67 計測定量化のための全自動画像解析システムの開発

山下慶子, 喜友名朝春, 山口雅浩

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

免疫染色を用いた病理診断において、Ki-67 陽性率は良性・悪性の鑑別、悪性度や予後の推定などの目的で広く用いられている。免疫染色画像における細胞核を解析するシステムとして、whole slide image (WSI) の解析を人手を介することなく、自動で解析領域を選択し、画像パターンごとに検出条件設定を必要としない方法を提案する。提案手法を組み込んだ免疫染色画像計測システムを開発し、本システムによって算出された Ki-67 陽性率は、目視カウントによる計測と相関が高く、解析法として有効であることが示された。

キーワード : Ki-67 陽性率, 画像解析, WSI

* * *

<研究速報>

逐次最適化散乱補正アルゴリズムを用いた kilo-voltage cone beam CT の画質改善

木田智士, 増谷佳孝, 中野正寛, 今江禄一, 中川恵一, 芳賀昭弘

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

本研究では、kilo-voltage cone beam computed tomography (kV CBCT) の画質改善に向けて、散乱補正と統計的逐次近似画像再構成法を組み合わせた逐次最適化散乱補正アルゴリズムを構築した。散乱補正においては、鉛製コリメータを用いた実験による散乱成分の測定と、Klein-Nishina の散乱公式に基づく解析的な散乱シミュレーションを相補的に組み合わせることにより、簡便かつ高精度に二次元検出器上での散乱分布を推定する手法を提案した。画像再構成には、統計ノイズ抑制のために、統計的逐次近似画像再構成法 (Convex 法) を用いた。この画像再構成と散乱補正を繰り返し計算の枠組みの中に並列的に組み込んだ、逐次最適化散乱補正アルゴリズムを構築した。円柱水ファントム再構成画像の減衰係数値を解析することにより、本手法の妥当性を評価した。

キーワード : kV CBCT, 画質改善, 散乱補正, 逐次近似画像再構成

* * *

<講 座>

三次元データのモデリングと可視化技術の基礎と最前線，医用画像可視化への応用（2）
粒子ベースレンダリングを用いた医用データの半透明可視化と融合可視化

田中 覚，長谷川恭子，徐 睿

[【J-STAGE】](#) [【MO】](#)

CTやMRIなどで得られた医用ボリュームデータを，コンピュータを使って三次元的に半透明可視化するには，正確な奥行き感の表現が重要である．このため，従来の半透明可視化手法では，描画プリミティブを視線方向に並べ替えるデプスソートを行わねばならない．しかし，デプスソートでは，微細構造の可視化や互いに接触している複数臓器の可視化の際などに結果が不定になり，これが誤った可視化を引き起こす．また，デプスソートでは，データが大規模化すると急速に計算負荷が増大する．そこでわれわれは，デプスソートを一切使わない半透明可視化手法である「粒子ベースレンダリング」を開発した．粒子ベースレンダリングでは，さらに，ボリューム，スライス，サーフェスの3種類の形状を自在に重畳して半透明融合可視化することが可能である．これにより，それぞれの形状を，その利点を生かしながら同時に可視化することができる．

キーワード：粒子ベースレンダリング，半透明可視化，融合可視化

* * *

Fully 3D の薦め

田島 英朗*

5月31日から6月4日にかけて米国ロードアイランド州ニューポートの Hyatt Regency on Goat Island にて開催された Fully 3D 2015 (The 13th International Meeting on Fully Three-Dimensional Image Reconstruction in Radiology and Nuclear Medicine) に参加してきました。Fully 3D は、X線 CT や SPECT, PET などの画像再構成手法に関するテーマを扱う国際学会で、この分野の著名人が多く参加して活発な討論が行われています。開催は2年に1回で、著者自身はこれが3回目の参加でした。今回の演題数は171件、うち口頭発表が54件、ポスター発表が117件で、前回開催時(133件、うち口頭発表51件、ポスター発表82件)よりも大きく増加していました。今年の日頭発表のセッションテーマは、画質評価、逐次近似型画像再構成、CT 再構成、PET・SPECT 再構成、ハイパフォーマンスコンピューティング、患者の動きなどでした。

今回の開催では、毎朝基調講演からスタートし、それに引き続いてそのテーマのセッションを始めていたのが印象的でした。教育的な内容が多く含まれていたため、大変勉強になったと感じました。また、ポスター発表では、セッションの開始時に、発表者全員が1分間のティーザー発表を行い、それを聞いてからポスター会場に一斉に移動するというスタイルでした(図1左)。

また、かなり異例で柔軟な対応だと思いますが、もともとポスターで発表された、連続-連続モデルでのイメージングを現実世界で実現するという発表が非常に多くの注目を集め、また、偶然翌日

のセッションで取り下げにより1枠分の余りができたこともあり、アリゾナ大学の Harrison H. Barrett 教授による講演が急遽行われました(図1右)。イメージング装置では一般的に観測空間を離散化してモデル化するのに対し、フォトンごとにリストモードデータとして計測する SPECT のイメージング過程を、属性空間への写像と捉え、実際にはフォトンごとの検出器出力信号を生データとして記録することで、連続-連続モデルをもとにした画像再構成を実現するというユニークな内容でした。

今回の Fully 3D で報告された内容の全体的な割合としては、X線 CT に関するテーマが半分以上を占めており、特に低被曝化や短時間撮像を可能とする逐次近似型画像再構成アルゴリズムの適用や、高精度な生体組織分類が可能となる Spectral CT などの研究が盛んに行われている様子が伺えました。また、画質評価をテーマとしたセッション



図1 会場の様子。(左:著者のティーザー発表, 右:講演中の Barrett 教授, 下:学生トラベルアワードの表彰)

*放射線医学総合研究所 〒263-8555 千葉県千葉市稲毛区穴川 4-9-1

ンがあり、さまざまな手法を適用した画像をしつかり評価するためには、ノイズ特性や空間分解能だけでなく、診断能のようにタスクベースで行うことが重要であるという発表が多くありました。また、PET 画像再構成では、TOF 情報から減弱補正のデータが推定できるという理論を応用した手法の報告が多数ありました。

Fully 3D は全日程を通してシングルセッションで行われるため、すべての発表を聞くことができます。パラレルセッションで何を聞くのか悩む必要はありません。また、毎回比較的よいロケーションで、基本的に同じ施設に泊まり、食事もともにするので、セッション以外でも議論したり、

同じ分野の人たちと交流したりでき、広い友好関係を築くよい機会になると思います(図 2, 図 3)。小規模の会議ではありますが、この分野のブレイクスルーになるような重要な研究の多くが Fully 3D で初めて報告されており、非常にエキサイティングで楽しい学会のひとつですので、ぜひ JAMIT 会員の皆様にも参加をお勧めしたいと思います。なお、学生への旅費補助も今回は応募者全員にありました。次回は 2017 年 6 月 18 日から 23 日に中国の西安市で開催されます。ぜひ日本からの参加者を増やしていきましょう。

[Fully 3D の Web サイト: <http://www.fully3d.org/>]



図 2 カンファレンスディナーでのアウトドア調理。

(左:料理人による説明, 中:踊る Zeng 教授, 右:運ばれる蒸し料理)



図 3 参加者全員で記念撮影。(http://fully3d.org/index_fully3d.html)

| |
|------|
| 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/caddbinfo>

JAMIT e-News Letter No.21(通算75※)

発行日 平成27年7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/>

〒130-0016 東京都中央区日本橋小網町2丁目1番地305号室

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(4400)4102 FAX: 03(4400)4103 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。