



図1 日立社ブースの陽子線治療装置の模型前にて

が、今回は北側、南側の2つのホールに合併されており、周回しやすくなっていた。診断関連の展示がほとんどではあったが、日立社のブースには陽子線治療に関する展示が見られた(図1)。また、AZE社のブースでは、同社が開発したRECISTガイドラインに準拠した腫瘍測定が容易な画像ビューが展示されており、治療効果判定に有用であると考えられた。

■その他

放射線診断学が主となる学会であり、全体における放射線治療学が占める割合はわずかではあったが、放射線治療医としても oncologic imaging の最新情報は有用であり、学会参加は大変有意義であった。米国放射線腫瘍学会 (ASTRO) に応募した演題の一部がRSNAに採択されることもあり、今後も機会があればぜひ参加したい。

以上、RSNA 2013における放射線治療関連の最新動向について報告した。

* () 内は演題番号

and Practice, Case-based Review の3つのセッションがあり、一連のレクチャーが提示され有用であった。一部では、手元の端末を用いたクイズ形式が採用されていた。

■Education Exhibit

教育展示で最も印象的であったのは、“Integrating 4D PET-CT into Radiotherapy Treatment Planning :

Promises & Problems” (LL-ROE 4190) であった。これは、4D PET-CTを肺がん、食道がん、膵がんなどの呼吸性移動のある部位の治療計画に適応しようという内容であり、現在用いられつつある4D-CTによる治療計画のもう1歩先を進むものであった。

■機器展示

今回は3つのホールで開催されていた

エキスパートによるRSNA 2013ベストリポート

9. CAD (コンピュータ支援診断システム) の最新動向

藤田 広志^{*1}/木戸 尚治^{*2}/原 武史^{*1}/周 向榮^{*1}
内山 良一^{*3}/村松千左子^{*1}

*1 岐阜大学大学院医学系研究科知能イメージ情報分野

*2 山口大学大学院医学系研究科応用医工学系学域医療支援工学分野

*3 熊本大学大学院生命科学研究部医理工学

■基礎技術領域

CADシステムの開発において、さまざまな医用画像から対象とする臓器を抽出する処理は、必要不可欠な重要な要素技術であり、このような研究はInformaticsに多く含まれる。しかしながら、今回のRSNAでは、この臓器抽出に関する新しい画像処理技術の研究発表は少なかった。以下では、「臓器の自動抽出」と「画像データベース」の2つのキー

ワードを中心に、いくつかの演題を紹介する。

1. 臓器の自動抽出

まず、臓器の自動抽出に関する発表の中から、韓国と中国の研究グループの発表に注目した。教育展示で、韓国の研究グループは、肝臓を移植するための肝臓領域の自動抽出 (LL-INE 3230-THB) と、肺気腫などの病変 (COPD) を定量化するための肺葉の自動抽出システム (LL-INE 3228-THB) について展示

した。システムに使用された画像処理の方法は、かなり昔に提案されたものではあるが、実機デモを見ると処理速度は速く、結果の精度も良かった。恐らく、システムの実装に独自の工夫を加えたものと思われる。一方、Informaticsの口述セッションでは、中国の研究グループから腹部における複数の臓器 (4種類) の自動抽出 (SST08-09) の発表があった。このグループは、異なる臓器の抽出問題に対して、処理手順の汎用性と生



図1 びまん性肺疾患の類似画像検索に関する展示発表 (LL-INE3203-MOB)

左：福井大学・坂井先生，右：パナソニック・小塚氏

産性を重視したと思われる。すなわち、ひとつの処理手順を開発し、これによりすべての臓器抽出問題を解決することを狙っている。提案手順の詳細を見ると、処理の流れは「対象臓器の位置検出＋確率的アトラスによる臓器領域の尤度推定＋GraphCutと後処理」から構成され、これは現時点の最新の画像処理技術に基づいた合理的な考え方である。日本国内の研究グループは、新しい方法論の創出に専念している傾向があると思われるが、今後は、より応用まで考えた研究目標を設定する方が良いかもしれないと感じた。

2. 画像データベース

画像処理手順の性能は、設計用の画像データベース (DB) に大きく依存する。最近では、大規模な画像DBに基づいた類似画像検索により、これまでの臓器抽出や病変判別などの処理手順の精度を向上させ、アルゴリズムをシンプル化させる傾向があった。今回のRSNAでも、画像を含むDBについて、いくつかの演題が発表された。

まず、口述のセッションSSA11に注目すると、ここではDBの作成、臨床情報の整理、診断のサポート、教育分野への応用などをひとつのセットメニューとした、DBに関連する研究の現状が示された。Zhangらの発表 (SSA11-04) では、DBに基づく類似画像検索を用いて肺の病変診断サポートを行い、上海のHuadong Hospitalにおける2年間の臨床評価の結果から、医師の診断に役立つという結論を得た。一方、スイスの研究グループは、類似画像検索による病理

の診断サポートをするシステムを展示した (LL-INE3234)。このシステムは、EUの研究プロジェクトKhresmoiのプロトタイプシステムであり、画像を含む医療情報の検索によって診断を補助するのが目的である。日本のパナソニック社の研究チームも、肺がん診断のための類似画像検索システム (LL-INE3203-MOB) を展示した (図1)。実用化に向けて着実に進められていると感じた。岐阜大学のグループからも、マンモグラフィによる乳がんの診断において、類似画像の有用性を医師の観察実験によって評価した結果が発表され、高い関心が寄せられた (LL-INS3233-THA)。

類似画像検索システムの有効性を左右する要素は、画像処理技術だけではなく、検索の中身であるDBも挙げられる。類似画像検索システムを実用化するために、さまざまな病変画像と、それに対する精密な診断結果を持つ大規模なDBの作成と公開が必要である。現時点では、患者情報の保護という観点からこのようなDBの公開は難しいかもしれないが、将来的に必ず実現すると信じる。さまざまな肝臓の病変画像を集めて、LiverAtlasとしてWeb上で公開した研究 (LL-INE-SU5B) が発表された。このような公開DBの症例数を増やせば、類似画像検索システムにも使われる可能性は否定できない。

岐阜大学のZhouらの展示 (LL-INE3227-THA) では、大規模なCT画像データの学習によって、計算機も人間と同じように、CT画像のさまざまな臓器・組織の位置の認識を高速かつ自

動でできることを示した。コンピュータビジョンの研究分野では“if we have enough data, everything is possible”と豪語されるが、これはCADの開発にも通じるかもしれない。いずれにしても、ビッグデータと画像処理技術の融合によって、今後、より賢いCADシステムの実現に期待したい。(周 向榮)

脳領域

脳のCADに関する演題数は前回と同程度であり、アルツハイマー、多発性硬化症、ラクナ梗塞、脳腫瘍に関する発表があった。

アルツハイマー型認知症の診断支援を行うCADシステムとして、MR画像の形態的な変化を定量化する発表はこれまでも多くあった。新潟大学のTakahashiらは、新しい取り組みとして、CT画像から標準脳を作成して、Z-score mappingを用いて側脳室側頭角のボリュームを計測し、アルツハイマーの診断支援を行う研究発表を行った (LL-INE4612)。また、分子イメージングとCADの融合に関する発表もあった。新しいトレーサーである¹⁸F-Florbetapir (FBP18)を用いたPET画像は、アミロイド老人斑 (ASP) 密度の測定が可能であり、新たなアミロイドイメージングとして期待されている。しかし、ASPはアルツハイマー病以外の神経疾患や健常老人においても認められるため、その読影が困難という問題がある。そこで、Nayateらは、Cerebral-to-whole-cerebellar standard uptake value ratios (SUVr) という半定量値をコンピュータで計測し、FBP18-PET画像の読影に“第二の意見”として用いることで、読影者間の変動が減少するという報告を行った (SSQ16-03)。

多発性硬化症に関する研究として、Michouxらは、T2強調画像から21個のテクスチャ特徴を抽出し、それを用いて多発性硬化症を検出する手法の提案を行った (SSM19-03)。また、Smithらは、2つのオープンソースソフトウェアであるSymmetric NormalizationとAutomatic Registration Toolboxを用いて、多発性硬化症の患者のMR画像から脳梁領域を自動的に抽出し、その

抽出精度を比較する研究発表を行った (SST08-08)。多発性硬化症は空間的・時間的多発性が特徴的であるため、その変化を定量的に評価することは重要である。Maらは、CADが出力した多発性硬化症に関するボリューム、輪郭、位置の情報をDICOMヘッダに組み込み、それらの情報をほかの臨床情報とともにMR画像上に表示し、病変の空間的・時間的変化を評価するWeb型ビューに関する発表を行った (LL-INE3231-THA)。

ラクナ梗塞に関する研究として、熊本大学のUchiyamaらは、これまで開発してきたラクナ梗塞検出のCADシステムを高度化するための新しいアプローチとして、固有空間を利用したテンプレートマッチング法を用いた偽陽性削除法に関する提案を行った (LL-PHS-TU2B)。

脳腫瘍に関して、山口大学のKidoらは、FDG-PET画像とMR画像を用いて良悪性鑑別を支援するシステムの提案を行った。MR画像とPET画像の位置合わせを行った後に、MR画像から腫瘍領域を決定し、その領域のPET画像からテクスチャ特徴量を抽出し、サポートベクタマシンで良悪性を鑑別する方法である (SSG08-06)。(内山良一)

■胸部領域

胸部領域のCADの発表は、RSNAでは最も数が多いが、最近では臨床応用や臨床評価に関する研究発表が中心であり、アルゴリズムの開発などは、Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention (MICCAI)などに代表される他の医工学系学会に発表の場を移している印象がある。しかしながら、RSNAは放射線科医と工学系研究・開発者が会する世界最大で最先端の学会であり、発表される内容には興味深いものが多い。発表の傾向としては、従来多かった胸部単純X線写真を用いた研究はほとんど見かけなくなり、現在の発表の主流は高精細な三次元画像が得られるMDCTを用いた研究である。最近のMDCTのトレンドは低線量撮影であり、装置機器メーカー各社はさまざまな低線量画質改善アルゴリズムを提案しており、これらの画像を用いたCADの発表が見られた。また、dual energy

CTなどの新しいモダリティを用いたアルゴリズムの発表も見られた。以下に、テーマ別に今回発表された演題の中から興味あるものを紹介する。

1. 肺結節

米国において肺がんのCT検診に対する有効性が示されたことが追い風となり、肺結節に対するCADの発表が多く見られた。検出に関しては、Matsumotoらが、低線量画質改善アルゴリズム (AIDR 3D)を用いた肺結節検出アルゴリズムにおいて、小さなGGO (すりガラス状陰影) 結節を除いて通常線量と検出率に差はなく、偽陽性も増加しないとする報告 (SSA19-07)や、Lung Image Database Consortium (LIDC) / Infectious Disease Research Institute (IDRI) データベースを用いた肺結節検出精度の検討の発表があった (SSE22-02)。一方、鑑別に関しては、Yakami, Emotoらが小型肺結節の鑑別に関して、CADの理由提示が読影医の自信を向上させることを示した (LL-INE3162-SUA, 3166-SUA)。また、三次元の形状解析に基づくChangらの発表があった (SSC04-09)。

2. びまん性肺疾患

近年のRSNAの発表では、肺結節以外のCADの発表が増えており、びまん性肺疾患に対するCADもそのひとつである。陰影のパターン分類に関してBaeらは、dual energy CTを用いたびまん性肺疾患の定量化を発表した (SSG08-09)。Sakaiらは、びまん性肺疾患に対する類似画像検索の発表をした (LL-INE3203-MOB) (図1)。肺結節に対する類似画像検索に関しては、すでに富士フイルム社から発表されているが、びまん性肺疾患に対するものはまだなく、今後の発展が期待される。びまん性肺疾患に関しては、病変を含む領域抽出が画像工学的に注目されており、Mansoor (LL-INE-SU5A, LL-INS-TH4A)やBaeらがポスターで発表していた (LL-INS-TH5B)。

3. QIBA

Quantitative Imaging Biomarkers Alliance (QIBA)は、画像情報を定量的指標として取り扱い、画像診断の定量的性や客観性を高めることを目的とした

コンソーシアムである。CTのみならず、MRIや超音波などの種々のモダリティを扱い、対象領域も全身にわたる。今回はRefresher CourseでQuantitative Imagingがシリーズとして取り上げられ、胸部領域ではびまん性肺疾患が取り上げられていたが、これにはCOPDにおける肺野低吸収領域の計測や気管支径計測なども取り上げられていた (RC225)。また、肺結節に関してはRECISTガイドラインやdoubling timeなどが取り上げられていた (RC625)。

Technical Exhibitにおける胸部関連のCADに関しては、今回のRSNAでは特に目新しいものは見られなかったように思われる。RSNAは連日数多くの発表がなされており、参加者はなかなかすべてをフォローするのは困難な状況になっている。そのため、筆者がTechnical Exhibitをフォローしきれないのかもしれないのでご容赦願いたい。興味ある発表が多くなされていた今回のRSNAであったが、次回に期待したい。

(木戸尚治)

■乳房領域

今回も前回に引き続き、CADの演題は減少しているように感じられた。特に、臨床系の口述とポスターセッションでは、筆者の知るかぎりではCADの演題はなかった。傾向としては、純粋な検出または良悪性分類から近年の定量評価 (Quantitative Imaging) への流れもあり、乳がんのリスク評価、予後評価などが多かったように思う。モダリティでは、今回はMRIが断然多く、次いでトモシンセシス (DBT) というところであった。

乳腺関係のCADの発表がまとまってあったのは、12月5日 (木) 午前の口述セッション (SSQ02)で、なんと9演題中8演題がMRIに関する発表であった。発表者はシカゴ大学のGigerらのグループから4演題、韓国の2つのグループから2演題ずつ、イタリアのim3Dという企業から1演題であった。Gigerらの発表のうち3演題 (SSQ02-01, 03, 06)は、主にMRI検査から得られる情報を基にがんの組織型や表現型、トリプルネガティブ乳がんなどを分類し、予後を予測したり、それを治療法の選択に役立て

ようという研究である。これらの発表を総合した内容の教育展示も行っていた(LL-BRE1142)。もう1演題(SSQ02-02)は、MRIで良悪性鑑別を行う前段階として、タイプの異なる腫瘍型病変と非腫瘍型病変を分類する研究で、関係するポスター発表(LL-PHS-TU3A)も行った。韓国のグループの発表は、商用システムを用いて、浸潤性乳癌(IDC)と非浸潤性乳管癌(DCIS)それぞれに対する検出率や体積測定の正確さを評価した研究であった(SSQ02-04, 05)。もう1つの韓国のグループは、商用システムを用いて、がんが見つかった前年の検診MRIの評価結果(SSQ02-07)や、半自動の輪郭抽出から求めた円形度とトリプルネガティブ乳がんなどのタイプ分類の関係を評価した(SSQ02-09)発表を行った。企業からは、im3Dの商用CADシステムのDBTに対する評価結果の発表があった(SSQ02-08)。

CAD I, CAD IIの口述セッションでは、Breastに関する演題は2演題で、シカゴ大学、ピッツバーグ大学などのグループからBreast CTにおけるCADxのパフォーマンスに対する再構成パラメータの影響(SSA19-05)、ミシガン大学よりDBTにおいて彼らの開発したPPJ(Planar Projection)画像(選択的に高周波数の信号をとらえた投影画像)を用いた微小石灰化の検出(SSE22-01)に関する発表があった。同じくミシガン大学のグループは、石灰化検出の前処理として、DBTでのメタルアーチファクトの減弱画像処理法の発表も行った(SSM21-06)。リスク評価のための乳腺濃度または体積の定量化に関する研究として、MRIを用いた半自動法(SST08-05)や、スペクトラルマンモグラフィを用いた方法(SSG15-07)の発表があった。画像処理技術に関しては目新しくはないが、フィリップス社のプロトタイプシステムを用いて撮影し、エネルギー分解技術により乳腺量を計測しようと試みた発表である。

新しい発表として(筆者の知るかぎりでは)、日本から、MRIにおいて石灰化のカルシウム成分を分類することで良悪性鑑別に役立てようと試みた研究発表があった(LL-PHS-TU4B)。位相情報な

どを用いると、良性病変にのみ存在するカルシウム成分と、良悪性病変両方に存在するカルシウム成分が分類できるという研究で、ファントムを用いた研究結果が報告された。今後、臨床に応用できるのか進展に期待したい。CADとは直接関係ないが、ドイツ・ブレーメンのMeVis Medical Solutions社は、DBTと全乳房超音波画像上での相互位置を自動で示すソフト、異なる機器などで撮影された過去のマンモグラフィのコントラストや輝度値を自動で現在画像に合わせるソフトに関するコンピュータ展示を行った(LL-BRE1157, 1163)。このような技術は、CADシステムの一部として有用と考えられる。

岐阜大学のMuramatsuらは、マンモグラフィの診断支援のための類似画像検索に関する研究として、大規模なテスト症例に対する検索性能結果の発表(LL-INS-MO3A)や、読影実験結果から考察された類似画像が有用と思われるケースと、そうでないケースの分析を含めた総合的なコンピュータ展示(LL-INE3233-THA)を行った。(村松千左子)

■核医学領域

核医学関連は、South Buildingの5階とLakeside Learning Centerの2会場において同じポスター展示が行われる。電子ポスターの発表は、South Buildingの5階で行われた。

骨シンチ画像における異常集積部位の検出と予後の予測を行うソフトウェアが、現在、核医学分野におけるCADシステムとして注目されている。今回のRSNAでは、筆者の知るかぎり初めてそのソフトウェアに関連する報告があった。そのソフトウェアに限らないが、CADシステムに入力する画像の品質管理が重要であるのは言うまでもない。骨シンチの収集条件は、患者や施設によって大きく変わる可能性があるため、複数の施設での実情を調査する必要がある。そのために、3000枚のさまざまな条件の画像を用いて画質を変更するアルゴリズムを構築し、23の施設から25症例(833画像)を収集して評価した結果の報告があった(SSE19-01)。岐阜大学のHaraらは、FDG-PETの経時差分を実現し、

観察者実験によってシステムの有用性を発表した(CL-MIS-SU3B)。

FDG-PET画像に関しては、AutoPERCISTがCADシステムとして発表されていた(LL-QRR1032)。これは、腫瘍の評価に用いられるPERCISTの考え方を、コンピュータを用いて記録するシステムである。このシステムは、SUVとSUVを除脂肪体重で補正したSULを用いて、半自動で腫瘍部位のセグメンテーションを行い、腫瘍のアクティビティを計測するものである。

筆者はここ数年、Quantitative Imaging Biomarkers Alliance (QIBA)の展示に興味を持っている。定量画像解析は、核医学分野が最も得意とする内容であるが、このほかにMRI、CT、超音波を加えた4つの分野が取り上げられている。発表形式はポスター発表と実機展示からなり、Lakeside Learning Centerの入ってすぐのスペースで行われていた。核医学分野ではFDG-PETが取り上げられていた。関連したRefresher Courseもあり、Quantitative Imaging: Quantitative Imaging in FDG-PET(RC525)として詳細な内容が解説された。CT分野からはQuantitative Imaging: Volumetric CT as a Biomarker for Disease(RC625)、Quantitative Imaging: Informatics(RC725)などのコースが開講されていた。先のAutoPERCISTはこのアライアンスに含まれており、Informaticsのデモブースのように、前回同様、実機展示を行っていた。ほかにも興味深い定量画像解析の実機展示が見られた。2014年のRSNAでは、われわれのFDG-PETに関するシステムの発表のみならず、定量画像解析関連のシステムの発表をぜひ行いたい。

(原 武史)

* * *

以上、5つの領域に分けてCADの情報を記述した。

誌幅の関係で項を設けなかったが、岐阜大学からは歯科CADとして、パノラマ写真から顎動脈に存在する石灰化の自動検出(動脈硬化の早期発見)(Takahashiら、LL-PHS-SU4B)と、下顎皮質骨の厚み計測と形状解析に関する研究(骨粗鬆症の早期発見)(Horiba

ら、LL-PHS-WE8B)について報告している。

国内では、GE社、富士フイルム社、コニカミノルタ社に続いて、ようやくもう1社(日立メディコ社)のマンモグラフィCADの薬事が、2013年3月に承認されている。また、米国ではHOLOGIC社の乳房トモシンセシスにおける石灰化検出のCADが、トモシンセシスでは世界初のCADとしてFDA承認が得られようとしている(C-Viewという二次元に画像処理された画像に対してではあるが)。このようなうれしい昨今のニュースの中で、マンモグラフィCADに対して米国の保

険会社による補助金が、当初の19ドルから、今は11ドル程度に減っており、今後、これがゼロになる可能性も否めないという話が聞かれた。CADの唯一の売れ筋のマンモグラフィCADが危機である。これからのCADの商用化が気になる。2014年のRSNA 100周年記念大会では、CADはどんな位置づけになるのであろうか?

筆者の1人は、今回のRSNAでは、6月に岐阜で開催するプレストイメージングに関する第12回国際ワークショップの宣伝活動で忙しかった。同ワークショップでは、超音波画像、また、トモ

シンセシスや乳腺濃度計測が話題のテーマになると想像される。CADとその関連の演題も多く発表されるので、多数の参加を期待したい(詳細は、<http://www.fjt.info.gifu-u.ac.jp/iwdm2014/>)。

なお、大腸CT(CTC)のCADについては、別項の龍先生/吉田先生の執筆箇所(18ページ)を参照されたい。

(藤田広志)

* () 内は演題番号

エキスパートによるRSNA 2013ベストリポート

10. 医療情報システム(PACS & 電子カルテ)の動向(IHE, EHRの動向)

江本 豊 京都医療科学大学医療科学部

IHEは、RSNAがHIMSSとともに始めた医療情報システムの統合運用を標準化するプロジェクトである。現在では、ITインフラ、臨床検査、循環器科、放射線治療、眼科、病理、診療デバイス、薬局、歯科、医療連携、公衆衛生、内視鏡など、さまざまな分野で活動が行われている。放射線分野は最初に活動が行われた分野で、現在でも最も活発な活動が行われている。今回も、RSNAに合わせて恒例のIHE関連会議に出席したので、最新情報や動向を報告する。

■ IHEの活動サイクル

IHEの放射線ドメインは、1年周期で活動している。プロファイルの新規作成や修正を行い、テクニカルフレームワークという技術文書を公開し、各ベンダーが実装したシステムをコネクタソン(IHEを採用するベンダーが集まり、実際に接続試験を行う活動)で確認し、現場に導入するという一連のイベントが毎年繰り返され、整備されてきた。IHEはアメリカでの活動が中心ではあるが、ヨーロッ

パや日本でも1年周期の活動が続けられている。2013年度は、日本から提案された修正版のSWF(IHEのプロファイルで最も基本となるもの)が、SWF.bとして策定された。これは、試験実装(trial implementation)としての公開であって、本編のテクニカルフレームワークには掲載されていない。しかしながら、現在日本で行っているコネクタソンは、病院システムと放射線部門システムとの間の通信方法がテクニカルフレームワークに記載されるものと異なるため、国際活動としてのIHE活動として問題視されていたので、大きな進歩である。SWF.bと日本でのコネクタソンとは、いまだ若干の差異が残っており、今後は国内での調整を進め、国際的な整合性を取るようにしていきたい。国内調整がすみ、日本用の拡張仕様が確定すれば、テクニカルフレームワークの本編に記載された内容で、日本のコネクタソンが国際的に認知されるようになる。

■ IHE Image Sharing Demonstration

IHE会議はRSNA会場内で行われるが、一般の参加者の目には触れない。一方で、IHEデモンストレーションは目立つ場所で行われる。今回も機器展示場内で、ミニシアターでの解説とシナリオに沿ったデモが行われた(図1)。

今回は4つのシナリオが用意されていた。新規に行われたデモは、Critical Findings Notificationであった。これは、放射線診断医が読影中に、依頼医に緊急に伝える必要のある所見があると判断したときに、コミュニケーションツールを使って連絡を取るというものである。プロファイルとして整備されたものではなく、white paper(詳細な技術を定義した書類でなく、概要を解説した文書という意味と思われる)に記載された内容に基づいたものであった。デモでは、読影医が肺塞栓症の症例を見つけて依頼医に緊急に連絡するというシナリオを演じていた(図2)。今後、これがIHEのプ