

PET-CT 画像を用いたがん自動診断システム - 特徴量の計測・表示による定量的画像診断

後藤田 結[†] 金子 つばさ* 中原理紀[‡] 陣崎 雅弘^{‡‡} 有澤 博^{††}

株式会社 Realmedia Lab.^{†*} 慶應義塾大学医学部放射線診断科^{‡‡}

横浜市立大学大学院医学研究科^{††}

1. はじめに

現代の日本において、がん（悪性腫瘍）は高齢者の死因の3分の1を占めるとも言われている。がんの治療には早期発見・早期治療が重要であることから、全身を一度の検査で診断でき、かつ早期の段階の小さながんを発見できる、PET (Positron Emission Tomography) と CT (Computed Tomography) を組み合わせた PET-CT 画像診断が医療現場で広く用いられている。

PET 検査は、がん細胞が活動する際、糖を多く取り込む性質を利用してがんを発見する。FDG (Fluorodeoxyglucose) という放射性ブドウ糖を体内に注射したのちに FDG の集積具合を撮影し、横断面（スライス）画像群を専門医（読影医）が精査することで、異常な集積、すなわちがんの候補となる領域を検出する。PET 検査によって得られる画像は、スライスが 300 枚程度連なったものである。これらの画像一枚一枚から小さな異常まで見落とさないように精査し、集積が生理的なものか異常なものかを判断することは、読影医の高度な技術を必要とし、負担の大きい作業である。¹

医療の現場でコンピュータが診断を支援する CAD (Computer Aided Diagnosis) は、医師の負担を軽減し、診断の正確性を担保するために重要な技術である。一般に画像診断にはコンピュータのエキスパートシステムによる支援が有効だが、PET-CT の医療画像は患者や撮影環境による差が激しく、画素値 (SUV) に定量的な意味を持たせづらい等の理由から、コンピュータアルゴリズムによる自動的な異常領域検出は、現在極めて限定的にしか行われていない。

有澤らは熟練した読影医と連携し、病状や撮

影環境の異なる多くの症例データを元に、PET-CT 画像から異常領域を検出した上で、各異常領域に対して定量的な数値を導く PET-CT CAD システムの研究開発プロジェクトを 10 年あまりに渡り続けてきた。² 本研究報告では、そのシステムが自動的に検出した各異常領域を評価し、読影医の診断において重要な情報を優先的に提供する手法を提案し、その検証結果について報告する。

2. PET-CT 画像診断支援システム

有澤らが構築した PET-CT 画像診断支援システムは、**診断エンジン**と**ビューワ**の2つのソフトウェアから構成されている。各部の役割を図 1 に示す。

診断エンジンは、読影医が PET-CT 画像診断を行う際の技術・ノウハウをコンピュータで模倣することで、PET-CT 画像の中から異常領域を自動的に検出する。ビューワは、PET-CT 画像上での多様な計測を可能にし、診断エンジンと連携して、読影医の診断に有用な情報を表示する。読影医はビューワを操作することで、集積が異常なものかどうかを判断するための計測を行ったり、診断エンジンの結果を確認したりする。

本システムを用いて読影医の診断を支援するためには、診断エンジンによる異常の検出精度を高めることが必要不可欠である一方、ビューワによって読影医の判断の根拠となるような情報を可視化し、より診断に役立てやすい形で表示することも重要となる。

3. 領域ごとの特徴量の計測・スコアリング

読影医は PET-CT 画像の中で FDG の集積が高い領域を発見し、陽性判定を行う。現在行われている診断において、陽性判定に用いられる情報は必ずしもすべて数値化されているわけではなく、読影医が画像上にみられる特徴を目視で読み取り、経験に基づいて感覚的に判断している場合も多い。本システムにおけるビューワは、これらの情報を数値的に計測して表示すること

Computer-Automated Diagnosing System using PET-CT images - Calculation and Visualization of the Characteristic Values for Quantitative Diagnosis

†Yui Gotoda, Realmedia Lab. Corp.

* Tsubasa Kaneko, Realmedia Lab. Corp.

‡Nakahara Tadaki, Keio University

‡‡Jinzaki Masahiro, Keio University

†††Hiroshi Arisawa, Yokohama City University

で、診断結果の定量的比較や、診断基準の客観的な説明を可能にする。本研究報告において、領域の陽性判定に用いられる情報を定量的に表したものを**特徴量**と呼ぶ。特徴量の例として、領域の最大 SUV、長径、体積などが挙げられる。

本システムの目的は、診断エンジンが異常領域を自動的に検出し、ビューワ上で症例画像と重ねて表示することにより、読影医による異常の見落としを防ぐことである。しかし、診断エンジンは時として異常ではない領域を誤って異常として検出してしまう場合がある（過剰指摘）。誤った指摘（図2におけるC「エンジンの過剰指摘」に属する領域）が多く、その中に真の異常領域の指摘が埋もれてしまった場合、システムは本来の目的を果たすことができない。そこでビューワは、エンジンが検出した領域の中から、真の異常領域である可能性がより高い領域を優先的に読影医に示すことを目的として、エンジンが検出した各領域に対し、真の異常領域らしさを表すスコアを付与することを試みた。真の異常領域らしさは、各領域について計測した特徴量を用いた計算式によって算出する。

4. スコアリングの有効性検証

異常として検出すべき領域（正解）が確定しており、かつ診断エンジンによる過剰指摘がある実際の PET-CT 画像データ 17 例についてスコアリングを行った結果を図3に示す。なお、正解の数はいずれの症例においても5個または6個である。上部の数値は偽陽性を含むエンジン

図1. 医師の診断における診断支援システムの役割

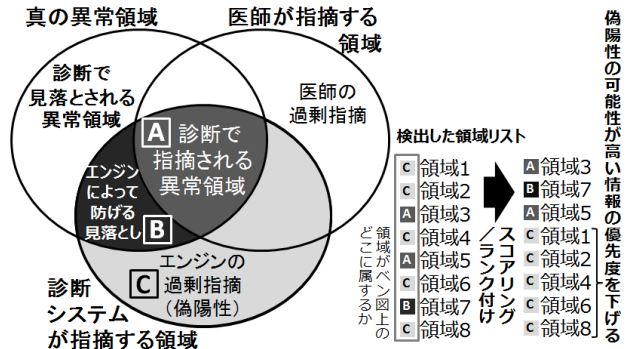
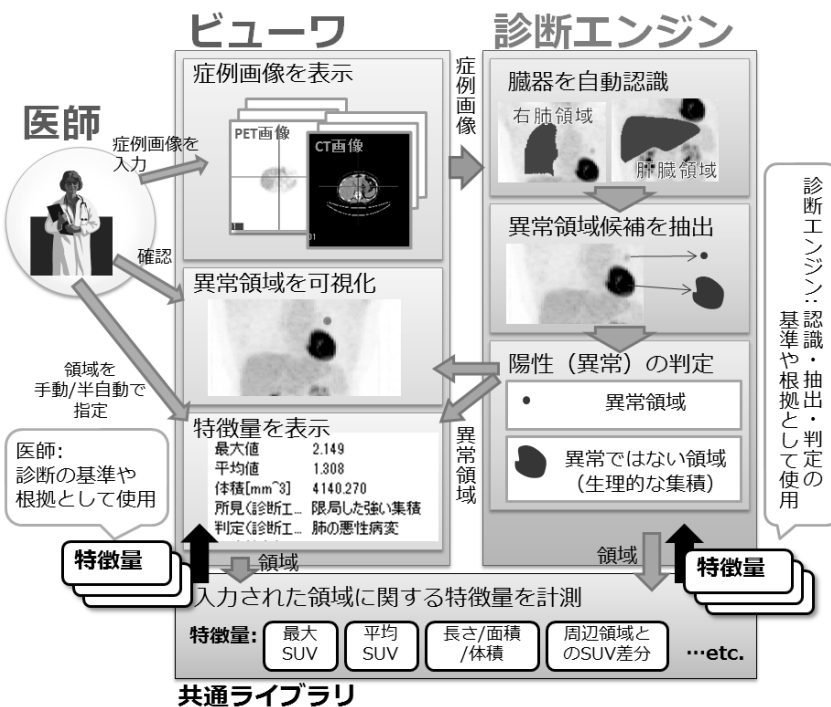
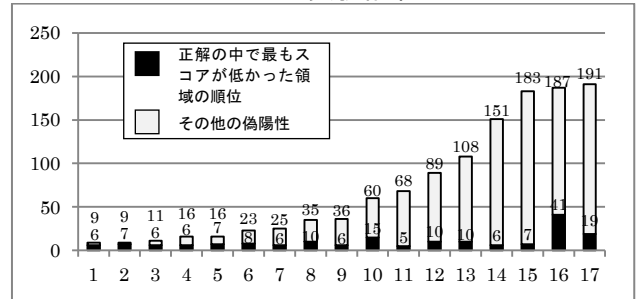


図2. ビューワによる異常領域のスコアリングの目的

の指摘領域総数、下部の数値は正解の中で最もスコアが低かった領域の順位を示す。

図3. 実験結果



17 症例中 14 症例において、偽陽性の数によらず上位 10 領域以内に全ての正解を表示できたことがわかる。

5. まとめ

本研究では PET-CT CAD で検出した異常領域をスコアリングし、読影医に有用な情報を優先的に表示できることを確認した。

謝辞:

本研究は、科学研究費補助基盤(B)15H02706 による支援を受けています。また、本稿で使用した PET-CT 画像は、当研究グループ外から倫理規定をクリアした上で提供していただいたものです。ここに深く感謝の意を表します。

参考文献:

- 陣之内正史編: FDG-PET マニュアル検査と読影のコツ、インナービジョン(2005)
- H. Arisawa & T. Sato et. al: Improvement of Automated Cancer Detection System Using PET-CT Images, RSNA LL-IN2166-R09 (2009)