

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名	Marasinghe Arachchige Janaka Chandrasiri Marasinghe
学位	博士 (保健学)
学位記番号	新大院博 (保) 第 14 号
学位授与の日付	平成 27 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
博士論文名	Quality Assurance of Lung Cancer CT Screening CAD Systems: Feasibility Study with PSF-based Virtual Nodules (肺がん CT 検診コンピュータ支援診断システムの品質保証: PSF に基づく仮想結節を用いた可能性研究)
論文審査委員	主査 和田 眞一 副査 大久保 真樹 副査 齋藤 正敏 副査 高橋 俊博 副査 李 鎔範

博士論文の要旨

コンピュータ支援検出/診断システム (CAD) が臨床に用いられる機会が、徐々に増してきている。CAD は、臨床医が行う疾患の検出と解釈の意思決定に有益である。意図的、或いは意図しない原因による CAD の性能変化をエンドユーザーが認識することは重要であり、そのために、CAD の品質保証 (QA) は、診療施設において重要な意味を持っている。しかし、現状では、診療施設で実施することができる CAD のための品質保証の方法に関する研究は、極めて不十分である。最近、アメリカ医学物理学者協会 (AAPM) の CAD 小委員会は、臨床に使用される CAD の QA のための一般的なガイドラインを発表した。そして、このガイドラインにおいて、CAD の QA のための適切な方法に関する研究の必要性を指摘した。

本研究の目的は、肺がん CT スクリーニング CAD の性能を効果的に評価し、その QA を実施するための方法を提案することである。

始めに、提案する PSF に基づく仮想結節を用いた性能評価法を検証するための研究を行った。この研究は、検診施設で発見された 18 被験者の 19 肺結節のデータセットを使用して行った。これらの結節は、経験豊富な肺がん検診放射線科医によって肺がん疑い結節として指摘されたものである。PSF に基づく仮想結節を、検診で発見されたそれぞれの肺結節と同様のサイズ・同様の密度で計算機シミュレーションし、同じ検診 CT 画像に重ねた CT 画像データを用いて CAD による検出試験を行った。その結果、検診発見肺結節と、PSF に基づく仮想結節の両者は類似した FROC 曲線を示した。すなわち、試験に用いた CAD システムは、実際の検診で発見された結節と PSF に基づく仮想結節の両方で同様の性能を示した。この結果は、PSF に基づく仮想結節を用いた提案法を検証するものと考えられた。

次に提案法である、PSFに基づく仮想結節を用いた性能評価法の具体的な可能性を検討するためにCADの性能評価の研究を行った。様々なサイズと密度の仮想結節を計算機シミュレーションし、更に異なるスライス厚の検診CT画像に対しても重ね合わせ、CADの性能依存性を評価した。結果の分析にはFROC曲線を使用した。結節サイズの研究では、大きな結節で高いTPFとなることが示され、結節密度の研究では、高密度の結節で高い検出率であることが示された。スライス厚の影響の研究では厚いスライスで結節がより高い検出率であることが用いたCADシステムにおいて示された。結果は、試験した肺がんCT検診CADシステムが、厚いスライス、高密度で、サイズの大きな結節の検出で高い性能となる傾向を示すもので、同時に、提案法がCADの詳細な性能を評価することに適していることが示された。

提案するPSFに基づく仮想結節は、様々な診療所のCT装置の異なる撮影/再構成条件の画像に対して、CADシステムの性能を評価するために用いることができる。この方法は、検診施設が自施設のスキャン/再構成パラメータを用いるため、特定の空間分解能条件に対するCADの性能依存性を回避することができる。したがって、PSFに基づく仮想結節を用いた提案法は、任意の検診施設の異なる肺がんCTスクリーニングCADシステムに対してそのQAに適用することが可能である。

本研究結果は、CADシステムのためのQAが、提案する方法により実施可能であることを示している。本研究は、肺癌CT検診のCADのためのPSFに基づく仮想結節を用いたQAの実行可能な方法を提案した。

審査結果の要旨

がんによる死因の中で、肺がんは最も高い死亡率を示す状況が続いており、日本のみならず、世界共通の医療の課題となっている。がんに対しては検診による早期発見と治療が死亡率低減に効果を示すことが期待されてきたが、肺がん検診の有効性を示すRCT研究による証明は長い間、成功しなかった。しかし、2011年全米NLST研究結果の論文は、肺がんCT検診が胸部X線写真に対して20%の有意な死亡率減少効果を証明し、米国において高危険群を対象とした肺がんCT検診への公的保険適応が2015年2月に公表されたばかりである。本研究は、精度の高い胸部CT検診普及のためのCADの役割に注目し、CADの臨床応用に欠かすことの出来ない、QAの実施可能な方法を提案したものである。提案する方法は、実際の検診で発見された肺結節に対してCADの検出能を比較することにより、方法論の検証が行われた。さらに提案法の可能性を明らかにする研究として、結節のサイズや密度、CT撮影条件によりCADの検出率が変化することを明らかにし、提案法のQAへの応用可能性と有用性を示した。

本論文の提案法に関する研究論文は、筆頭著者原著論文として国際学術雑誌1編に掲載されており、また関連する研究は、国内外の学会で発表されている。また、国際学会発表の1件においてAward: Best Oral Presentation in Medical Imagingを授賞した。

以上の本論文は、博士(保健学)の博士論文として十分な内容をもつものと判定した。