

Title	Computed radiographyを用いた放射線治療画像に関する研究
Author(s)	山田, 誠一
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45385
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	やま だ せい いち 山 田 誠 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (保健学)
学位記番号	第 19378 号
学位授与年月日	平成 17 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学系研究科保健学専攻
学位論文名	Computed radiography を用いた放射線治療画像に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 村瀬 研也 (副査) 教 授 上甲 剛 教 授 手島 昭樹

論 文 内 容 の 要 旨

放射線治療領域において患者のセットアップ精度を確認する照合用画像はポータルイメージ、または LG (Linac graphy) と呼ばれている。これは大別して EPID (Electronic portal imaging device)、CR (Computed radiography)、そして Radiographic film の 3 種類ある。その中で CR を用いたポータルイメージは国内を中心に急速に普及しているシステムである。高エネルギー X 線による CR ポータルイメージで最も必要とされるのは濃度分解能の向上と画像の障害となるノイズの抑制である。しかし、ノイズ抑制に有効なポータルイメージ専用の画像処理法はこれまで存在していなかった。本論文はポータルイメージにおけるノイズ成分を解析し、これを選択的に除去できる画像処理法の開発と臨床応用に至るまでの研究をまとめたものである。

I. CR ポータルイメージの周波数解析とマルチ周波数処理への応用

照合に使用される CR ポータルイメージの画像コントラストは一般診断用 CR 画像に比べて極端に低く、臨床に適応させるためには過度の階調処理や周波数強調処理を必要とする。その結果として画像上のノイズが増加し、臨床的な照合精度を低下させる原因となる。まずノイズ成分を知るために、NMSE (normalized mean square error) という手法を用いてノイズの空間周波数成分値を分析した。この手法は最初に設定された関心領域において高速フーリエ変換を行い、パワースペクトルを求め、次にカットオフ周波数を変化させたローパスおよびハイパスフィルタ処理を行い、再画像化する。そして処理後の画像と原画像の差を数値化することで得られる。この結果、ノイズの空間周波数成分の平均値は 1.30 ± 0.17 cycles/mm となった。一方、照合画像において最も重要な周波数成分を知るために、骨輪郭情報を多く含む場所に関心領域を設定し、周波数域の異なる非鮮鋭マスクを作成し、原画像から差し引くことで各周波数域の差分画像を作成し、骨輪郭の空間周波数成分を視覚的に評価した。この結果、骨輪郭の周波数成分は $0.18 \sim 0.25$ cycle/mm にピークを持つことが分析出来た。以上の結果から両者の「周波数成分の差」を利用し、CR 画像処理法の一つであるマルチ周波数処理法を用いてノイズの周波数域を抑制し、骨輪郭の周波数域を強調するポータルイメージ専用の画像パラメータを作成した。これにより有効な信号を低下させることなくノイズを抑制出来ると考えられる。

II. ノイズ抑制処理におけるポータルイメージ専用パラメータの作成と臨床的評価

一般診断用 CR 画像では、撮影線量が低下すると量子ノイズの影響で画質劣化が生じる。この問題を解決するためにノイズと信号を分離してノイズ成分を選択的に抑制するノイズ抑制処理 (FNC: Flexible Noise Control) が開発さ

れた。この処理の原理は、まず複数の平滑化画像から差分をとることにより、複数の周波数帯域画像を作成する。そして、この画像を用いて線構造信号と点構造信号の抽出を行う。得られた抽出成分と周波数帯域画像の差分からノイズ成分画像が作成され、さらに原画像からノイズ成分画像を差分することでノイズ抑制画像が得られる。この処理法をポータルイメージに適応させれば、骨輪郭のような線構造信号を保持したままノイズ抑制が可能と考えられた。そこで本処理法におけるポータルイメージ専用パラメータを作成した。パラメータ作成には、まず線量とノイズ量の関係を定義する必要がある。一般画像では撮影線量が低い程ノイズが増加するが、ポータルイメージでは、線量に関係なくノイズが発生する。そのため線量に依存しない処理タイプを作成した。またノイズと有効信号の区別を行うために閾値を決定する必要があるが、これは I の研究で示したノイズ成分結果と、閾値の異なる画像を用いた視覚評価により決定した。そして試作パラメータを用いた画像と従来画像を比較して、臨床での有効性を評価した。解剖学的指標別および部位別に検討を行った結果、解剖学的指標別で見ると、肺野や頸椎、胸椎、大腿骨頭、仙椎などの骨輪郭で照合のしやすさが向上し、照射野に含まれ高濃度域となる恥骨等で低下した。また部位別では特に頭部においてノイズ抑制処理の評価が高くなった。そして、このポータルイメージ専用パラメータは最新 CR 装置に搭載されることになった。

本研究によりポータルイメージの画質劣化の原因であるノイズを抑制することが可能となったことから、迅速かつ正確な患者セットアップ精度の検証が行えるようになり、放射線治療の品質向上につながると考えられる。

論文審査の結果の要旨

放射線治療計画時の照合に使用される CR (Computed Radiography) ポータルイメージの画像コントラストは一般診断用 CR 画像に比べて極端に低く、臨床に適応させるためには過度の階調処理や周波数強調処理を必要とする。その結果、画像上のノイズが増加して臨床的な照合精度を低下させる。本研究ではノイズ成分を NMSE (Normalized Mean Square Error) 法を用いて解析し、骨輪郭の空間周波数成分を各周波数域の差分画像から視覚的に評価した。その結果、ノイズの空間周波数成分の平均値は 1.30 ± 0.17 cycles/mm であり、骨輪郭の周波数成分は $0.18 \sim 0.25$ cycle/mm にピークを持つことが解析出来た。さらにノイズと骨輪郭の周波数成分の差を利用した画質改善を試みたところ、ポータルイメージに適応した専用パラメータを作成することにより有効な信号を低下させることなくノイズを抑制出来ることが示された。またノイズと信号を分離してノイズ成分を選択的に抑制するノイズ抑制処理法 (FNC: Flexible Noise Control) が開発されたが、この処理法をポータルイメージに適応させれば、骨輪郭のような線構造信号を保持したままノイズ抑制が可能と考えられた。そこでポータルイメージ専用パラメータを作成し、従来画像との比較により臨床での有効性を評価した結果、肺野や椎体などの骨輪郭で照合のしやすさが向上した。また作成した専用パラメータは最新 CR 装置に搭載されることになった。本研究により画質劣化の原因であるノイズ抑制を達成出来たことは照合精度や作業効率向上が得られる有用性が高い方法と考えられ、本研究は学位の授与に値するものである。