



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

医療用X線画像における画質と被曝の評価および診断情報の付加に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2008-02-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 西原, 貞光 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/1720

氏 名 (本籍) 西 原 貞 光 (山口県)
学 位 の 種 類 博 士 (工学)
学 位 授 与 番 号 乙 第 4 8 号
学 位 授 与 日 付 平 成 1 7 年 3 月 2 5 日
専 攻 電 子 情 報 シ ス テ ム 工 学 専 攻
学 位 論 文 題 目 医 療 用 X 線 画 像 に お け る 画 質 と 被 曝 の 評 価 お よ び 診 断 情 報 の 付 加 に 関 す る 研 究
(Studies on image quality and patient dose in medical radiography
and on extraction of additional diagnostic information)
学 位 論 文 審 査 委 員 (主 査) 教 授 藤 田 廣 志
(副 査) 教 授 山 本 和 彦 教 授 斉 藤 文 彦
助 教 授 原 武 史

論 文 内 容 の 要 旨

近年、輝尽性蛍光体を利用したコンピューテッドラジオグラフィ (computed radiography : CR) や平面検出器 (flat panel detector : FPD) の開発、らせん状スキャンという手法や multidetector-row computed tomography (MD-CT) 装置のような X 線 CT 装置の進歩などによって、医療の現場で利用する画像のデジタル化が盛んになってきた。臨床検査を行うにあたって、その行為の正当化については医師の判断となるが、その検査における最適化については、放射線技師や他スタッフの弛まぬ努力が必要となる。したがって、一度の検査において、同じ被曝であればより高い画質を追求すること、同じ画質であれば被曝をより低減させることが重要である。また、一度の検査において得た画像内の情報をより有効に取り出し利用することが重要であると考えられる。そこで本論文では、画質と被曝の両面から見た医療用 X 線画像の定量的な評価を行い、画像の付加価値を高める具体例を挙げ、その有効性を議論した。本論文は、5つの章から構成されている。

第1章では、本研究における概念を述べている。その概念の一つは、一度の X 線検査において、同じ被曝であればより高い画質を追求すること、または同じ画質であれば被曝をより低減させることが、最も基本的で重要であるということである。そして、もう一つは、一度の検査で得られた情報を最大限に生かすこと、異なる臓器の検査のために同じ領域の検査を重複させないことが、患者にとって重要であるということである。

第2章では、医療用 X 線画像を生成 (出力部分も含む) するシステムの特性を検討する上で、従来からほとんど検討されていなかった部分があることを示し、画像に及ぼす影響を明らかにするとともに、問題点を提起している。その結果、アナログシステムの入出力特性において、増感紙の蛍光体の違いが、見かけ上の被写体コントラストに 10% 程度の影響を及ぼすこと、及び増感紙の前・後面の発光量比の違いが、フィルムコントラストに影響を及ぼすことを明確にしている。また、デジタルシステムの基本的な特性を明確にす

るとともに、画像出力システムの入出力特性において、一部のシステムでは拡散光濃度計で写真濃度を測定する従来法では判断できないトーンジャンプが、特性曲線に存在することを初めて示している。

第3章では、第2章で得たデジタルシステムの特性を有効利用する具体例として、デジタルシステムの特性を有効利用して、患者被曝を一定に保ったままで画質を改善させる、あるいはその手法によって、ほぼ同等の画質を保持したままで、どの程度、患者被曝を低減させることができるか検討している。また、画質がほぼ同等であることを検定する手法を提案している。すなわち、高感度IPに対して周波数処理を施し解像特性を向上させる方が、初めから高い解像特性を持つ低感度IPを利用するよりも、画質の改善、または被曝の低減が30%程度、可能であることを明らかにしている。さらに、画質が一定であることを定量的に評価する手法として、医療の場に初めてフェリスの2点嗜好法を採用し、その有効性を確認している。

第4章では、医療用画像内の一部の情報だけが診断に使われ、他の情報が有効利用されていないことに着目し、画像が持つ付加価値を高めることを検討している。この概念のもと、まず具体的にX線CT画像を利用するにあたって、使用する装置における諸パラメータが画像を構成するCT値にどの程度影響を及ぼすのかを検討した結果、X線CT装置によって得られるCT値の再現性が安定していることを示している(変動係数にして約2%)。その点を踏まえて、腹部X線CT検査で得たCT画像を利用して、腰椎の椎体中央部を認識し、海綿骨内の特徴量を自動抽出するアルゴリズムを開発し、骨粗鬆症の判断が可能かどうか検討している。その結果、骨粗鬆症を正しく判断できた割合(感度)は0.93、正常範囲内であると正しく判断できた割合(特異度)は0.64であった。すなわち、コンピュータを利用して病変を定量的に評価し、その結果を第2の意見として医師に提示するCADの一つとして利用できる可能性を示唆している。

最後に第5章において、本論文の結論を示した上で、本研究の将来展望を述べている。

論文審査結果の要旨

本論文は、画質と被曝の両面から見た医療用X線画像の定量的な評価を行い、画像の付加価値を高める具体例を挙げ、その有効性を議論したものである。ここでは、有効利用というキーワードのもと、前半部分で主にシステム自体の特性を評価し、最大限に生かすことを、後半部分ではそのシステムで得た画像内に含まれる情報を最大限に引き出すことを検討している。本論文の成果とその評価は以下のとおりである。

- (1) アナログシステム(増感紙フィルム系)において、その特性を測定することで、増感紙の違いによって見かけ上の被写体コントラストが変化することや、増感紙の前・後面の発光量比の違いがフィルムコントラストを変化させることを明確に示している。また、デジタルシステム(CRシステム)の物理的な特性を測定することで、検出器のもつ特性を評価し、有効利用するための資料を提供している。さらに、画像を生成するシステムの一部である画像出力システムのレーザイメージャに関する特性も検討し、特殊なイメージャにおいてはトーンジャンプという連続した写真濃度の境界が不連続となる(階調が飛躍する)現象が生じることを、医療の現場で初めて明らかにし

ている。

- (2) 判明した CR システム (検出器) の特性を利用して、患者被曝を一定に保ったままで画質を改善させる、あるいはその手法によって、ほぼ同等の画質を保持したままで、どの程度、患者被曝を低減させることができるか検討している。その結果、高感度検出器に対して周波数処理を施し解像特性を向上させる方が、初めから高い解像特性をもつ低感度検出器を利用するよりも、画質の改善、または被曝の低減が可能であることを明らかにしている。さらに、画質が一定であることを定量的に評価する手法として、医療の場に初めてフェリスの 2 点嗜好法を採用し、その有効性を確認している。
- (3) 具体的に X 線 CT 画像を利用するにあたって、まず、使用する装置における諸パラメータが画像を構成する CT 値にどの程度影響を及ぼすのかを検討した結果、X 線 CT 装置によって得られる CT 値の再現性が安定していることを示している (変動係数にして約 2%)。その点を踏まえて、腹部 X 線 CT 検査で得た CT 画像を利用して、腰椎の椎体中央部を認識し、海綿骨内の特徴量を自動抽出するアルゴリズムを開発し、骨粗鬆症の判断が可能かどうか検討している。その結果、骨粗鬆症を正しく判断できた割合 (感度) は 0.93、正常範囲内であると正しく判断できた割合 (特異度) は 0.64 であった。すなわち、コンピュータを利用して病変を定量的に評価し、その結果を第 2 の意見として医師に提示する CAD の一つとして利用できる可能性を示唆している。

以上の内容から得られた成果は、医療用 X 線画像を生成するシステム自体やその画像内情報を有効利用することについて、多面的な知見と成果を示しており、工学的に学術上の価値が高い。したがって、本論文は博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。

最終試験結果の要旨

提出された学位論文を熟読し、その内容が独創的かつ実用的であり、また、工学の分野においても高い価値を有すると判断した。また、学位論文の内容に関する論文を 11 編完成させており (外国雑誌 1 件と国際学会の Proceedings 1 件を含む)、さらに、約 10 年にわたる学会への学術的な貢献に対して日本放射線技術学会から滝内賞を、2002 年の RSNA (北米医学放射線学会) 88th Scientific Assembly and Annual Meeting において、コンピュータを利用した展示発表において Certificate of Merit 賞を受賞している。

公聴会後に学位論文に関する口頭試問を行ったが、論文提出者はそれらの試問に的確に回答し、工学的な知識だけでなく、医学的な知識を含めたコンピュータ支援診断システム全般などに関する幅広い知識を有することを確認した。

これらを総合的に判断して、最終試験を合格と判定した。