



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

デジタルラジオグラフィにおける撮像系及び表示系の解像特性の測定法に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2010-12-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 市川, 勝弘 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/1962

氏 名(本籍) 市 川 勝 弘(愛知県)
学位の種類 博 士(工学)
学位授与番号 甲第 241 号
学位授与日付 平成 16 年 9 月 8 日
専 攻 電子情報システム工学専攻
学位論文題目 デジタルラジオグラフィにおける撮像系及び表示系の解像特性の測定法に関する研究

(Studies on measurement methods of resolution property for
imaging and display systems in digital radiography)

学位論文審査委員 (主査) 教授 藤 田 廣 志
(副査) 教授 田 中 嘉津夫 教授 岸 田 邦 治
助教授 原 武 史

論 文 内 容 の 要 旨

近年、放射線画像診断機器のデジタル化が進み、従来の増感紙-フィルム系に代わり、輝尽性蛍光体を使用した computed radiography (CR) や X 線平面検出器に代表されるデジタルラジオグラフィが多くの医療施設に導入されている。そして、最近、フィルムの観察による診断手法に代わって、cathode ray tube (CRT) ディスプレイや液晶ディスプレイの観察によるモニター診断が普及しつつあり、表示系における変化も顕著である。

デジタルラジオグラフィにおける撮像系及び表示系の解像特性は、modulation transfer function (MTF) の測定により行うのが一般的となっている。そして、この MTF の測定方法は、撮像系においてはインパルス信号を入力信号とする方法が提案されており、ほぼ標準的方法とされてきた。また、表示系においても、インパルス信号による方法が提案されていたが、ディスプレイのガンマ特性に起因した問題点が指摘され、正弦波法による方法が新たに提案されている。しかし、これらの測定法は、測定原理が明確で、精度が期待できる反面、資料作成やデータ取得に入手困難な特別な装置を必要としたり、手技に多くの熟練を要するなど、医療現場での適用において問題が指摘されてきた。最近の診断機器については、その精度管理が重要な位置付けとされており、その上で、MTF 測定などの定量的評価手法は、一般の施設でも実施し得る方法が望まれている。よって、本論文では、入手が容易で扱いやすい機器を用い、従来法と同等の精度を有するデジタルラジオグラフィの撮像系及び表示系の MTF 測定法の開発を、主な研究目的としている。

本論文は、4つの章で構成されている。

第1章では、X線写真技術の発展と画質評価手法の変遷、デジタルラジオグラフィにおける解像特性の測定法の現状など、本研究の背景と本論文の概要について述べている。

第2章では、矩形波チャート像のフーリエ変換によるプリサンプリング MTF の新しい測定法について述べている。従来、標準的手法とされている方法は、正確に加工された金属

ブロックを用いた極めて細いスリット（開口幅：約 $10\mu\text{m}$ ）を用いて、スリットの X 線透過像を撮影し、その画像データを処理することにより、プリサンプリング MTF（検出器、サンプリングアパーチャ、及びデジタル化までの電気系の MTF で構成される）を測定する方法である。この方法では、スリットの撮影においては、極めて正確なアライメント調節や、多くの X 線量の曝射が必要とされ、限られたモダリティにしか適用できないという問題点が指摘されてきた。そこで、撮影が容易な矩形波チャートを適用する場合には、エリアシングの影響を考慮する必要がある。また、フーリエ変換処理をする場合に離散的に得られたデータから正確に周波数成分を抽出するためのデータ処理手法が重要である。ここで提案される手法では、矩形波の周波数成分が基本波とその奇数倍の周波数の離散的な成分を持つことを利用してエリアシングの影響を回避する手法を用い、そして、フーリエ変換処理に先立って、標本化定理に基づいた波形再生処理を適用し、目的の周波数成分の抽出精度を高めている。これらのデータ処理方法の適用により、デジタルラジオグラフィに対して矩形波チャートの適用を可能とし、スリットによる方法と同等の精度を得ている。

第 3 章では、バーパターンを用いたデジタルラジオグラフィの表示系の新しい MTF 測定法について述べている。この測定法は、高解像度デジタルカメラとコンピュータの簡単な構成と、ディスプレイの表示機構を考慮し、新しく応用したデータ処理手法により医療画像ビューアの MTF を測定するものである。従来法では、一回の測定に複数回のデータ取得を必要としていたが、開発した方法では、一度の撮影データのみによる測定を可能としている。また、測定結果の高い再現性を示している。実際の施設で多数稼動する画像ビューアに対して本手法を用いることにより、この測定法の有用性を示している。

最後に、第 4 章では、本論文の結論を示した上で、今後の課題について述べている。

論文審査結果の要旨

本論文は、デジタルラジオグラフィにおける撮像系及び表示系の解像特性の測定法に関する研究の成果をまとめたものである。従来法にあった測定手技の煩雑さやモダリティの制限などの、医療現場での適用の問題点を克服するため、扱いやすい測定機器の採用と、デジタルラジオグラフィの性質を考慮して新しく適用したデータ処理手法により、優れた精度と操作性を併せもつ測定法の開発を行っている。本論文の成果とその評価は以下のとおりである。

(1) 矩形波チャートを用いたプリサンプリング MTF の測定法について、そのデータ処理の理論と方法について示している。従来から行われているスリットによる方法は、撮影が困難であり、適用可能なモダリティが限られる問題点が指摘されてきた。しかし、撮影が容易な矩形波チャートの適用には、エリアシング誤差の回避や周波数成分の抽出の精度の問題を克服する必要がある。本研究では、矩形波の離散的な周波数成分を利用し、エリアシングの影響を回避する手法を考案している。また、フーリエ変換処理に先立って、標本化定理に基づいた波形再生処理を行うことにより、周波数成分の抽出精度を高め、矩形波チャートの適用を可能にしている。開発した手法を用いて、実際の

computed radiography (CR) 装置の MTF を測定し、スリット法と同等の高い精度を有し、有効な手法であることを示している。

(2) バーパターンを用いたデジタルラジオグラフィの表示系の MTF 測定法について、そのデータ取得方法、解析理論、及び、データ処理方法について示している。この測定法は、高解像度デジタルカメラとコンピュータの簡単な構成と、ディスプレイの表示機構を考慮して新しく応用したデータ処理手法により、医療画像ビューアの MTF を測定するものである。現在までに提案されている方法は、複雑な機器を必要とするだけでなく、一回の測定に複数回のデータ取得を要していた。本手法では、入手が容易な市販の一眼レフレックス方式の高解像度デジタルカメラの採用により、高密度なデータサンプリングと機器の可搬性の高さを両立している。また、ディスプレイの周波数成分を考慮してサンプリング間隔を最適化し、波形再生処理による補間を併用することにより、実用的な視野を確保して、1 度の撮影データから精度の高い測定を可能としている。実際の施設で多数稼動する画像ビューアに対して本手法を用い、優れた再現性と測定効率の高さにより、開発した方法の有効性を示している。

以上の内容から得られた成果は、デジタルラジオグラフィにおける撮像系及び表示系の解像特性の測定法について、多くの新しい知見と成果を示しており、工学的に学術上の価値が高い。よって、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

公聴会後に、学位論文に関する口頭試問を行い、これを最終試験に代えた。その結果、学位論文提出者は学位を授与するに十分な専門的知識を有し、また、学術上の価値が高い論文を 3 編完成させており（国際学会の査読付き proceedings を 1 件含む。また、論文のうち 1 件は、2002 年度の日本放射線技術学会において研究奨励賞を受賞）、最終試験を合格と判定した。