

CR、FPDのチャート法自動測定に関する研究

- 研究助成最終報告-

つがる西北五広域連合 つがる総合病院 診療画像情報部 ○船水 憲一 (Funamizu Kenichi)
 秋田県立脳血管研究センター 放射線科診療部 大阪 肇
 弘前大学医学部附属病院 医療技術部 放射線部門 大湯 和彦

【はじめに】

日本放射線技術学会 画像分科会で開催しているDRセミナーでは、CR、FPDのMTF測定に関し精度の高い測定法の習得が可能である。しかしながら多くの試料を測定するには、多大な時間が必要とされる。また、測定者によるばらつきも影響する。そこで、CR、FPDのMTF自動測定用のアプリケーションソフトの開発を試みた。その最終報告である。

なお、本MTFアプリケーションで使用したMTF傾斜角度計測プログラム、MTFプロファイル合成プログラムのアルゴリズムは、日本放射線技術学会監修『放射線技術学スキルUPシリーズ 標準 デジタルX線画像計測』のプログラム(名古屋市立大学病院中央放射線部 東出 了氏作成)のものを改変、準じて使用している。

【使用機器】

プログラミングソフト: Delphi® XE5 Embarcadero®、
 MTFチャート:X線テストチャートType1 化成オプトニクス株式会社

【方法】

DRセミナーでのチャート法によるMTF測定には、1.デジタル特性曲線測定、2.チャート撮影、3.試料データ作成、取り出し、4.ImageJでデータ取得、5.EXCELで計算という過

程をとる。今回の自動測定もDRセミナーに準じたものとした。また、自動測定は、4.ImageJでデータ取得、5.EXCELで計算の部分に限定し、DICOMビューワーフリーソフト FO+BSのアドオンとしFO+BS Plusとした(Fig.1)。

自動化のフローチャートは、1.Drag & Dropでの画像データ入力、2.チャート像の自動認識、3. 0.05cycles/mm部分の自動検出、4.チャート像の角度の自動測定、5.合成プロファイルカーブの領域自動設定、6.各周波数領域の自動分割、ピーク抽出、7.各振幅の自動計算、そして8.MTFの算出しグラフ化する。

【結果】

MTF測定に使用するデータは、RAWデータを対象にしているため、DICOM以外の入力データは、FO+BSの16bit入力を使用する。その際、国産2社のFPD、CRのRAWデータは、Drag & Dropに対応させた(コニカミノルタはimg、フジフィルムメディカルは、解凍後のhqファイル。各社サンプリングピッチと画像構成マトリクス数が異なるため、ファイル容量から、画像サイズ、サンプリングピッチ、メーカー名、CR、FPDを推定)(Fig.2)。チャート領域の認識には、エッジ強調処理後、縦横独立して最大値を求める走査を行い、縦



Fig.1 FO-BS plus



Fig.2 Raw DataのDrag & Drop

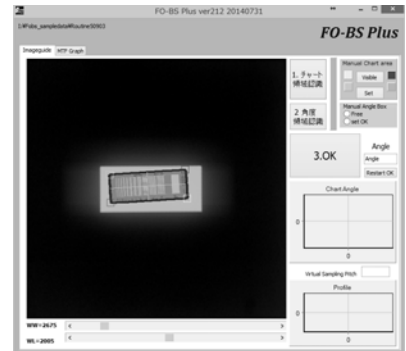


Fig.3 矩形波チャートの認識



Fig.4 角度領域の自動検出

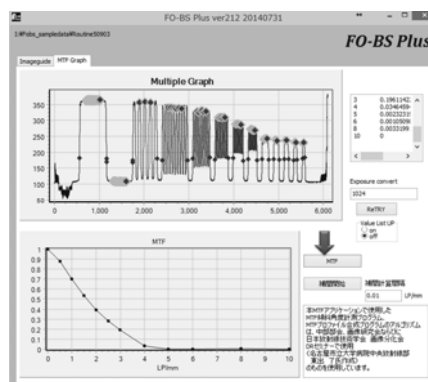


Fig.5 MTFの自動計算

Table 1 Excelへの貼り付け

	A	B	C
1	MTF virtual Sampling Pitch	30	μ
2	幅=77 高さ=589 (x,y)=(498, 489)		
3	Sampling Pitch	175	μ
4	LP/mm	1220,1510	CR,175.img
5	0	1	
6	0.5	0.8428035	
7	1	0.6251728	
8	1.5	0.4565272	
9	2	0.3363482	
10	2.5	0.2534479	
11	3	0.1973304	
12	4	0.1186254	
13	5	0.0688796	
14	6	0.04859	
15	8	0.0176032	
16	10	0.01053	
17			

横の共通部分を検出し、再帰処理で抽出した(Fig.3)。チャート領域確定後、チャートの4隅を検出し、チャートの体勢を推定し長軸方向のプロファイルラインから角度領域を検出、自動測定した(Fig.4)。サンプリングピッチ、チャート角度から、合成プロファイル領域を決定し、各周波数のピークを求め、MTFの算出を行った(Fig.5)。非線形システムの場合は、露光量に変換するためにデジタル特性曲線の傾きを入力後、MTFを求める。また、求めたMTFの数値データは、コピー&ペーストでクリップボードに保存することが可能である。その際の情報として合成プロファイルを求めた際のbin数による仮想サンプリングピッチ(Virtual Sampling Pitch)、画像データから合成プロファイルを求めた際の矩形波チャートのトリミング時の座標(この座標は、ImageJで画像を開いたときに、Edit>Selection>specifyでこの座標を入力すると、トリミングした画像領域が再現できる)、モダリティのサンプリングピッチ、矩形波チャートの傾き、ファイル名が添付される(Table 1)。Fig.6は、DRセミナーの教材で使用された矩形波チャートの画像データをFO-BSで解析したMTFの結果と、DRセミナーの模範結果との比較である。高周波数の10cycles/mm以外は、よい一致が認められた。矩形波チャートの画像認識は、100%ではない。矩形波チャートと背景信号のバランスや、矩形波チャートの撮像状態(たとえば、X線照射野が狭すぎる等)が原因となる。

認識が失敗した場合は、マニュアルで矩形波チャートの場所を指定する。手順として、Manual Chart Areaという部分

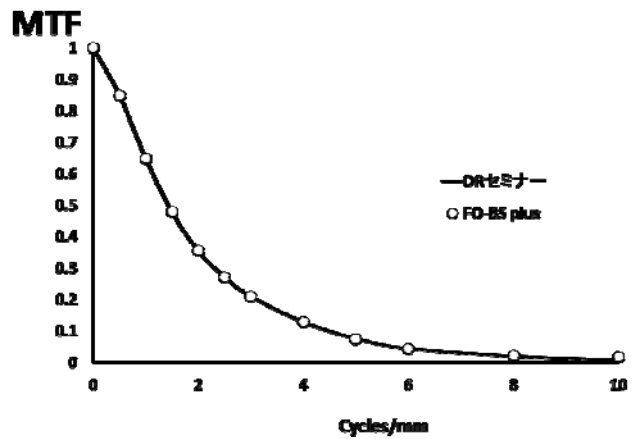


Fig.6 MTFの比較

のVisibleというボタンをクリックし(Fig.7)、画面4隅に4つのマーカーが現れるので、矩形波チャートの4隅に、マウスを使い移動する(Fig.8)。この4隅のマーカーを元に、X方向、Y方向のポイント間の長さを比較し、チャートの縦横方向を推定する。また、各マーカーの座標を比較し、右上がりか、左上がりかを推定、それからチャートのおおよその中心座標を求め、チャートの長軸方向に垂線を引く。そのプロファイルカーブを求め、最大値のある側半分を低周波数領域とみなし、特定のサンプル間隔で標準偏差を求める。平均値より信号値が高く、かつ標準偏差が低いものを0.05cycles/mmと推定する。当初は、プロファイルラインで信号値の最大のもものが0.05cycles/mmの部分と決めていたが、様々な画像デ

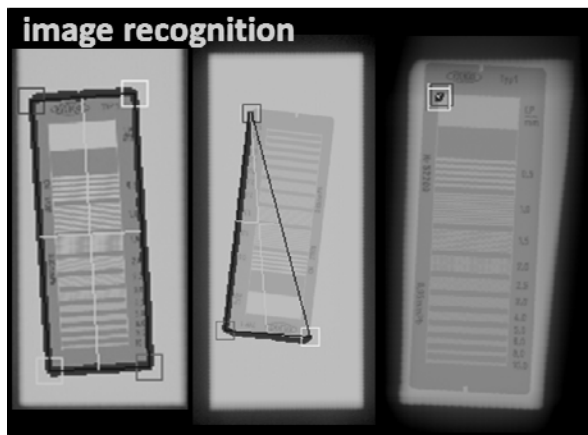


Fig.7 画像認識の失敗例

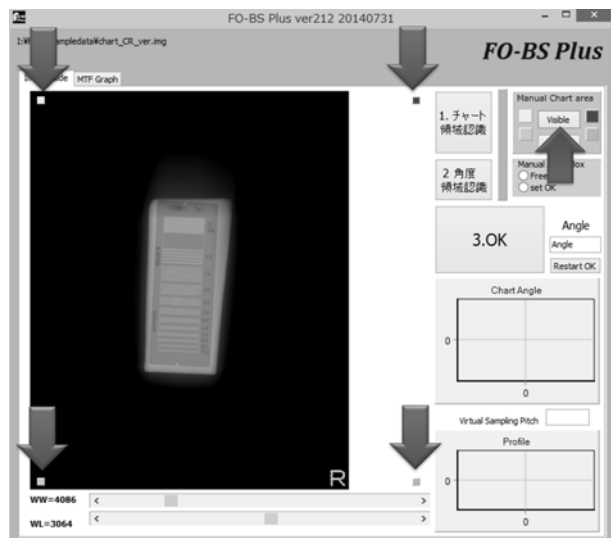


Fig.8 矩形波チャート領域のマニュアル設定

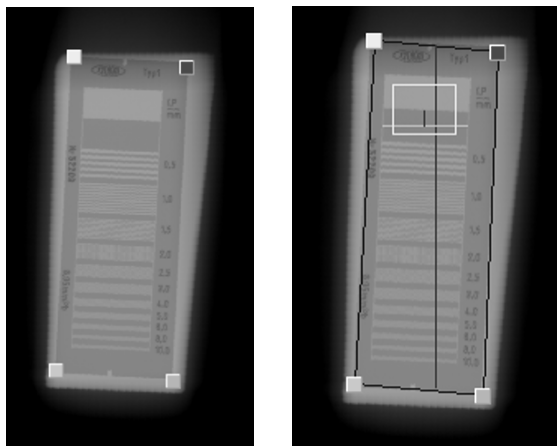


Fig.9 矩形波チャート領域のマーカー設定

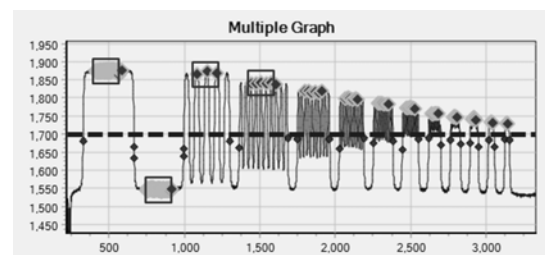


Fig.10 プロファイルカーブの標準偏差測定

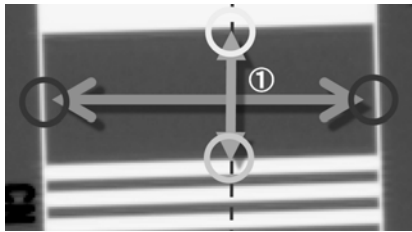


Fig.11 0.05cycles/mmの推定

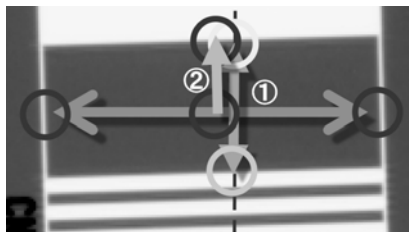


Fig.12 0.05cycles/mmの中間点の推定

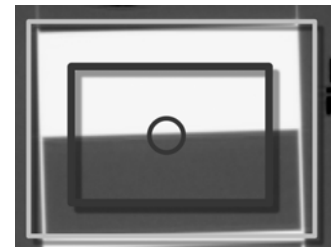


Fig.13 角度測定領域の推定

ータを測定するうちに、0.5cycles/mmのほうが信号値の高いものが現れ、0.05 cycles/mmの認識が低下したため、矩形波チャート像の信号値の高低をばらつきととらえ、ばらつきの無い0.05cycles/mmの標準偏差が他の部位より低いということを利用したアルゴリズムに変更した(Fig.9)。次に、角度計測領域の推定であるが、0.05cycles/mmの高信号と低信号の分岐点を求め、0.5cycleとの分岐点を求める。求めた2点の中間点から水平方向に走査しチャートを構成しているエッジラインをを求める(Fig.11 ①)。両エッジライン間の中間点から、0.05 cycles /mmの分岐点に向け垂直方向に走査し、交点を求め(Fig.12 ②)、垂直方向、水平方向それぞれ75%の領域を角度測定領域として計算する(Fig.13)。計測された矩形波チャート角度に応じた、プロフィール計測領域を決定する(チャート領域以外のデータの混入の防止)(Fig.14)。

【まとめ】

CR、FPDのチャート法の自動測定を可能とした。自動化については、各カテゴリーを確認しながら行い、自動測定ミス等にも対応しやすい工夫した。また、この自動化は、測定原理を理解した上での使用を想定しているため、技術学会主催のDRセミナー等での学習が望ましい。その他のFO-BSの機能もバージョンアップを施した。その一つに、normalized noise power spectrum(以下NNPS)がある。もともとFO-BSには、Wiener spectrumのメニューがあったが、DRセミナーでのノイズ特性の評価方法は、2DでのFFTによるデータ解析であるため、NNPSのメニューの追加を行った。ノイズデータを読み込み、NNPS(DR,CR)のメニューを選択すると、Fig.15のような画面展開となる。画像データ中心部768×768の領域を自動設定し、256×256を25セグメント計算する

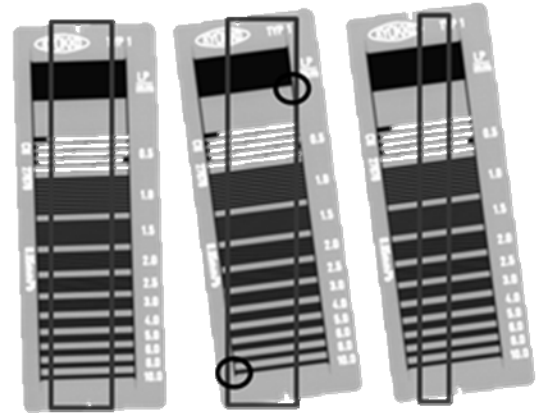


Fig.14 合成プロフィールデータ作成領域の調整

(Fig.15)。各セグメント2Dの最小二乗法の6次数(次数は選択可能)でトレンド処理後、2DFFTを計算する。水平方向、垂直方向それぞれNPSを求め、25セグメントの加算平均を表示する。CT画像のような768×768以下のサイズの場合は、中央部256×256領域の1セグメントのNNPSの計算を行う(Fig.16)。さらに、Dynamic Range Compressionの追加やCTのPSFでのMTF測定に対するマイナーチェンジも行った。

【参考文献・図書】

- 1) 船水憲一、大久敏弘、佐々木喬、佐藤和弘、福田和也、坂野隆明: DICOMビューソフトの構築に関する研究 —研究助成最終報告— 日本放射線技術学会東北部会雑誌 第17号 2008年1月
- 2) 船水憲一、大阪 肇、大湯 和彦: CR、FPDのチャート法自動測定に関する研究 —研究助成中間報告— 日本放射線技術学会東北部会雑誌 第24号 2015年1月

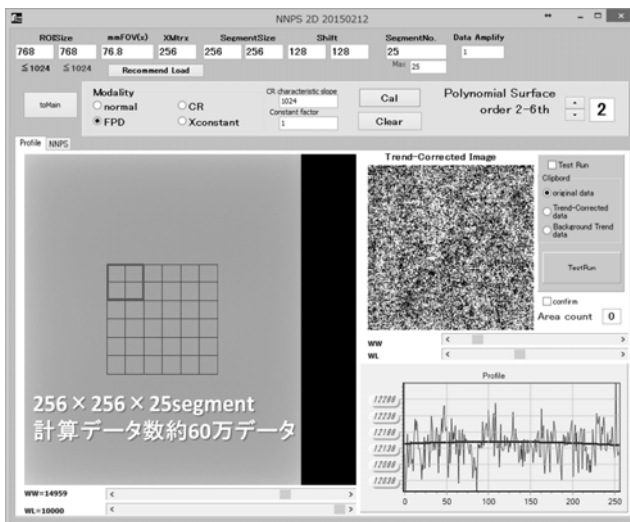


Fig.15 NNPSの計算領域とトレンド処理の状態

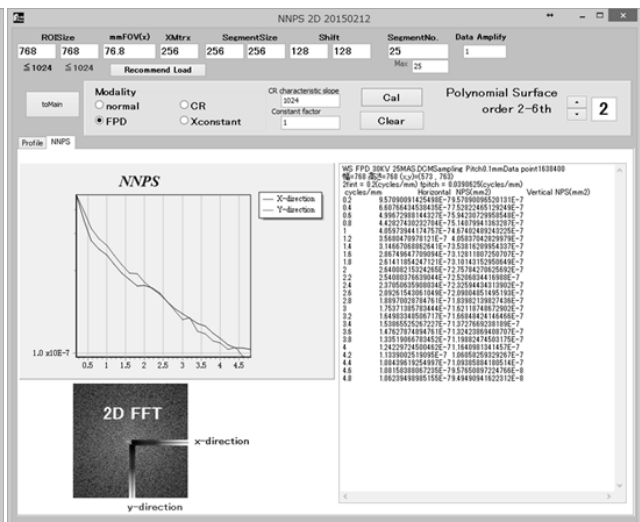


Fig.16 NNPS測定結果