

新型X線透視診断装置 DIAVISTAと 透視画像対応新ノイズ低減処理技術(ANR)の開発

Development of New Digital Radiographic/Radioscopic System DIAVISTA and
New Noise Reduction Processing Technology (ANR) for Fluoroscopic Image

大久保 彰¹⁾ Akira Okubo
鈴木 克己²⁾ Katsumi Suzuki

内田 千尋¹⁾ Chihiro Uchida

¹⁾株式会社日立メディコ XRマーケティング本部

²⁾株式会社日立メディコ XRシステム本部

高齢化に伴いがん検診受診対象者数は増加する傾向にあり、がん検診の受診率アップのキャンペーンなどにより従来からのX線撮影による胃がん検診について注目を浴びるようになった。

当社は検診を主目的に、小型化、検査効率のアップを可能にする専用機の要求に対応するため、高画質で評価が高いFPDシステムを採用した新たな新型X線透視診断装置 DIAVISTA^{*1}を開発した。さらに、検診のスループット向上を目的として透視画像の画質向上を図り、新ノイズ低減処理技術(Adaptive Noise Reduction : ANR)を開発した。

As people are getting older, the number of subjects for cancer examination tends to increase, and the stomach cancer examination by means of conventional radiography has come to draw attention through the campaign for raising examination rate in cancer examination.

Our company developed DIAVISTA^{*1}, a new radiographic/fluoroscopic system which adopts a FPD system enjoying a high reputation due to its high image quality in order to cope with examinations mainly as well as the demands for downsizing and an exclusive system which allows raising examination rate. In addition, a new noise reduction processing technology (Adaptive Noise Reduction : ANR) was developed to raise image quality of fluoroscopic images aiming at improved examination throughput.

Key Words: Radiography, Fluoroscopic Image, DIAVISTA, FPD, ANR

1. はじめに

近年、透視撮影システムの使用法が、IVRに代表される治療を伴う検査に移行してきたが、従来からのX線撮影による胃がん検診についてもがん検診の受診率アップの政府キャンペーンなどにより注目を浴びるようになってきた。

従来、検診専用のX線透視診断装置はI.I.DRシステムであったが、FPDシステムの透視、撮影の両方の画質の良さが市場にも評価されてきて、検診目的であっても多目的タイプのFPD搭載型のX線透視診断装置が使われるようになってきた。この背景としては、胃がん検診においては、胃X線検

査が、がん検診のガイドラインにて唯一のエビデンスのある検診方法として推奨され、また、撮影方法については基準撮影法が確立され、さらに撮影方法普及のための啓発活動が盛んに行われるようになり、X線画像の画質についても関心が高くなってきた影響もある。

当社のFPD搭載型のX線透視診断装置であるVISTAシリーズは、Cアーム型多目的イメージングシステムVersiFlex VISTA^{*2 1)2)}、2WAYアームなどIVR支援に特長がある汎用X線透視診断装置CUREVISTA^{*3 3)~6)}、さらに汎

用性を高めて多様な検査に対応できる汎用X線透視診断装置 EXAVISTA^{*4 7)8)}の3システムをラインアップし、それぞれの特色を生かした高機能、高画質画像が高い評価を得ている。これらの装置は、多目的検査を目的としているため、装置の設置スペースを広くする必要があり、コスト的にも高価なものになっているため、検診専用として普及するには課題があった。さらに、検診においては、特に多数の検査を短時間に行う必要があるが、多目的な装置の場合は、どうしても検診専用機と比較すると、スループットの面で不利な面がある。

このため、透視台の機能として検診を主目的とし、その効率アップを行い、FPDシステムを採用した新しいX線透視診断装置 DIAVISTA^{*1}を開発した。

一方、FPDの採用により透視の鮮鋭度が向上してきたが、これに伴い透視ノイズの改善の市場要求も高くなってきた。透視画像の見やすさは、位置決めを容易にし透視中の病変の発見を高めることにより検査のスピードアップを図るために、検診には必須である。

透視画像の見やすさは、透視画像の被写体の動きが大きい胃部X線検査において、動きばけと透視ノイズの両面から改善が求められるため、新たに透視のノイズ低減処理技術(Adaptive Noise Reduction: ANR)を開発し透視画質の向上を実現して、検診のスループットの向上を図った。

今回は、VISTAシリーズの4機種目として開発したFPD搭載の検診用新型X線透視診断装置 DIAVISTA(図1)の有用性と透視画像対応新ノイズ低減処理技術(ANR)の開発について紹介する。

2. X線透視診断装置 DIAVISTA

2.1 透視撮影台の特長

(1) 高速視野移動で短時間検査に対応

検診における消化管検査は、短時間で多くの撮影を行うことが重要であり、素早い視野移動が求められる。このため、映像系の移動を最速9cm/秒と高速で移動可能とし、位置決めスピードアップを図り、効率良いX線検査を実現させる。さらに、受診者の状態に合わせて検査が実施できるよう5段階のスピード変更が可能となっている(図2)。

(2) ワイドエリア

最大ストローク範囲は、映像系動作と寝台移動を合わせ236cmであるため、ワイドな透視撮影エリアが確保できる。そのため、受診者が動くことなく広範囲の透視撮影が可能である。また、水平時の踏み台から視野端までの距離は、わずか49cmである。このため、ほとんどの身長を受診者にも対応可能となっている。

(3) 起倒動

寝台は、立位最大90°から逆傾斜-45°まで起倒できるため、前壁撮影時にも有効である。また、起倒のスタートおよびストップ時には、寝台スピードがゆるやかに変化するので、受診者の安心につながる安定した検査を受けることができる。

2.2 高画質VISTA Panel

FPDシステムの発売を開始して以来、約11年が経過し、常にFPDの性能向上に取り組んできた。今回、DIAVISTAに搭載したFPD(VISTA Panel)は、撮影画像のダイナミックレンジが当初の約2.5倍に広がり、被写体厚の厚い部分から薄い部分までを画像データとして収集表示できるとともに、透視画像の画質が飛躍的に向上した。透視はできる限り少ないX線量とすべきだが、その分だけ信号が減り、相対的にノイズが増えてしまう。このVISTA Panelでは、回路系ノイズを大幅に低減させ、結果として透視画像の高画質化を実現している。



図1：DIAVISTA外観(透視撮影台本体、コンソール)

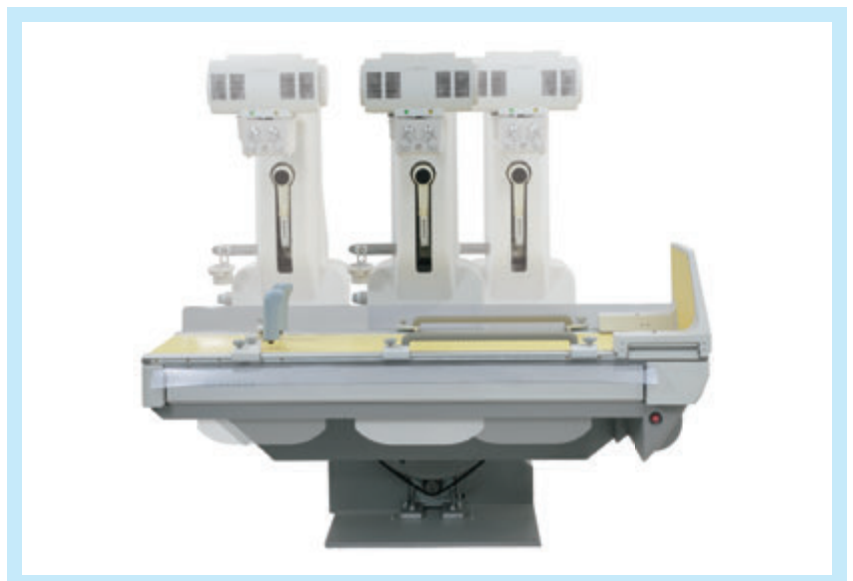


図2：高速映像系移動

2.3 被ばく低減

受診者の被ばくに対する意識が高まる中、装置側に管理機能を備えることが今後必要である。このため、NDD法*による被ばく線量計測機能(図3)を備え、受診者の被ばく線量を定量的に管理ができるようにしている。また、パルス透視機能と波尾遮断機能を標準搭載することにより、被ばく低減と高画質を両立することが可能となっている。



図3：NDD法による被ばく線量管理

2.4 省スペース・省ランニングコスト

検診を実施する施設では、X線透視診断装置が設置される部屋は狭いことが多く、システムとして少しでもコンパクトにする必要があった。DIAVISTAは、標準システムで、①透視撮影台本体 ②高電圧装置ユニット ③コンソールのみで構成することによって省スペース設置を実現した。そのため、従来型のアナログ式X線透視診断装置が納まっている部屋でもスペースを広げることなく設置が可能である。また、動作環境の制約も少なく、特別な温度管理や湿度管理が不要で、従来のX線透視診断室の室内環境における運用を可能としている。

3. 透視画像対応新ノイズ低減処理技術(ANR)の開発

3.1 目的

従来、透視画像に施されていた画像処理技術の一つとしてリカーシブフィルタと呼ばれるノイズ低減処理が採用されていたが、リカーシブフィルタには以下の課題があった。

- ① 時間軸方向に加算処理を行うため動きを伴うオブジェクトに対し残像を伴う。
- ② 処理によって生じる残像成分とノイズ低減効果がトレードオフの関係にある。
- ③ ノイズ低減効果は透視画像のフレームレートに依存する。

今回、従来リカーシブフィルタの上記課題を解決するため時間軸方向の情報を用いない新たなノイズ低減処理技術であるANR(Adaptive Noise Reduction)を開発した。本報告では、その処理概要と基本特性ならびに性能評価結果についても紹介する。

3.2 ANR処理

(1)X線量子ノイズ

図4にX線量子ノイズを模擬したシミュレーション画像を示す。X線量子ノイズはポアソン分布に従う確率的変動を有している。特に透視画像におけるノイズ変動は、撮影画像のそれと比較して変動が大きく、そのノイズ変動は、小振幅の変動とインパルス様の大振幅な変動の2種類に分別できる。小振幅の変動については単純平均値フィルタ、インパルス様のノイズ変動についてはメディアンフィルタが有効であることはデジタル画像処理の分野では広く知られており、今回、これらのフィルタを透視画像の入力値に応じて切り替え可能となるように設計した。

(2)ANRフィルタの設計

図5に今回開発したANR処理の流れを示す。ANR処理は着目画素と近傍画素との隔りから着目画素変動が小振幅変

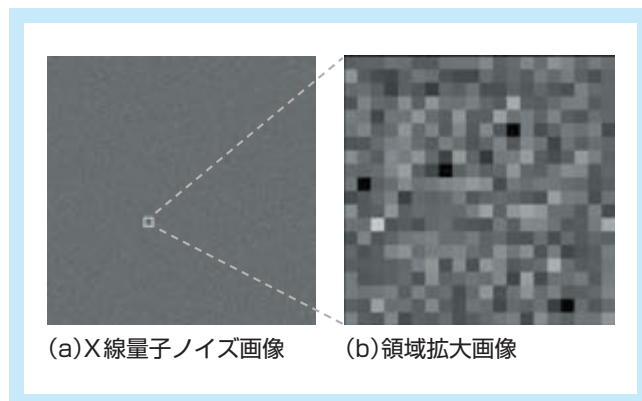


図4：X線量子ノイズシミュレーション画像

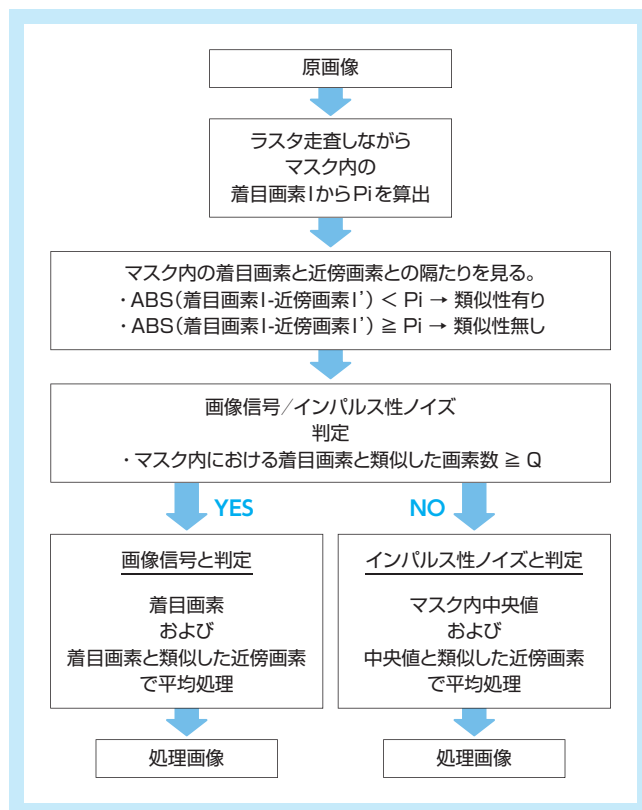


図5：ANR処理フローチャート

動であるかインパルス様のノイズ変動であるかの判定を行い、各々の画素変動に適した処理を行う。以下に具体的な処理概要を述べる。

入力画像はANR処理を施すためのマスク領域が予め設定されており、このマスク領域を画像内で順次走査させながら判定処理を行うことで画像全領域に対しANR処理を適用することが可能となる。

3.3 ノイズ低減効果

図6aにアクリルファントム20cm上に、一定のX線吸収率を有するオブジェクトが同心円上を回転する様子を模擬した画像を示す。同じく図6b、図6c、図6dに同一タイミングで取得したオリジナル画像、リカーシブフィルタ画像、およびANR処理画像を示す。

リカーシブフィルタ処理は、一般的に以下に示す(1)式で与えられる。ここで、 $Y(n)$ は処理画像、 $F(n)$ および $F(n-1)$ は入力画像を示し、 n および $n-1$ は時間軸方向の画像の入力順を現している。

$$Y(n) = (1-k) \cdot F(n) + k \cdot F(n-1) \quad (1)$$

図6cに示す画像はリカーシブフィルタ帰還率 $k=0.6$ が適用されており、前画像のオブジェクトの動きの影響を強く受けていることが確認できる。それに対しANR処理ではオブジェクトの動きによる影響を受けることなく、周辺のノイズだけが低減されていることが確認できる。

表1に各画像の背景領域における平均画素値と標準偏差値の比をS/N比と定義し、まとめる。図6および表1から明らかなようにANR処理によって前画像の動きの影響を受けることなく高いS/N比改善効果を期待することができる。

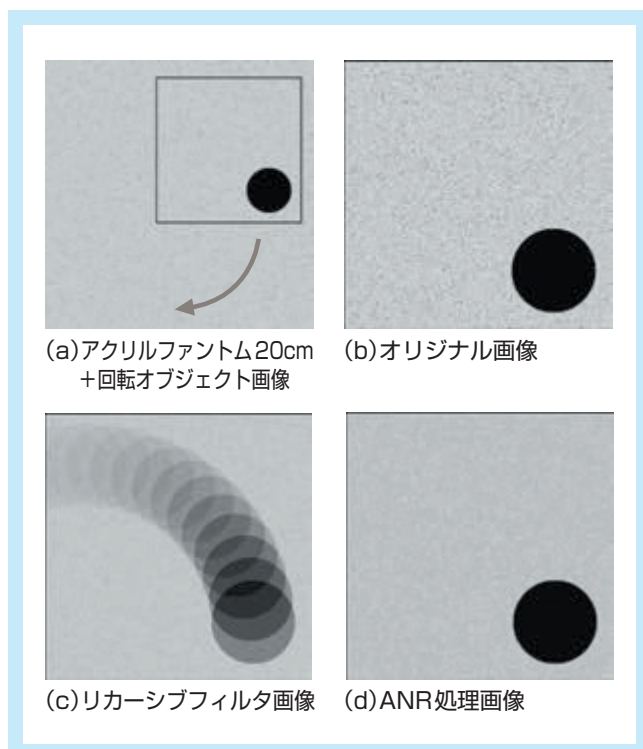


図6：ANR処理画像比較

表1：ANR処理およびリカーシブフィルタS/N比比較結果

	S/N比 (平均画素値)/(標準偏差)
(b)オリジナル画像	12.5
(c)リカーシブフィルタ画像	24.8
(d)ANR処理画像	65.8

4. 結言

X線透視診断装置 DIAVISTAは、2007年から発売したVISTAシリーズの4機種目として開発された。DIAVISTAは、検診を主目的として、検診における充実した支援機能、高画質・低被ばく、省スペース・省ランニングコストを実現し、検診のスループット向上に貢献できる。

透視画質においては、従来のリカーシブフィルタのように時間軸方向の情報を用いない新たなノイズ低減処理手法ANRを開発した。ANR処理は入力画像の着目画素の近傍画素との変動幅に応じて処理を切り替えることが可能で、特に低X線領域におけるノイズ改善に効果が認められた。

今後は、さらに臨床の結果をフィードバックしてパラメータの検証を進めて画質の向上を図っていく。

* NDD法は、X線照射条件をパラメータとして計数化し、計算により患者線量を求める方法であり、茨城県放射線技師会被曝低減委員会(班長：森剛彦氏)が提案し、茨城県立医療大学 佐藤斉氏が係数を導き、ソフトウェアを開発されたものである。

※1 DIAVISTA、※2 VersiflexおよびVersiFlex VISTA、※3 CUREVISTA、※4 EXAVISTAは株式会社日立メディコの登録商標です。

参考文献

- 1) 橋本政幸：IVRにおけるVersiFlex VISTAの有用性。MEDIX, 58: 24-27, 2013.
- 2) 大元秀近：FPD搭載VersiFlex VISTAの使用経験。MEDIX, 55: 35-39, 2011.
- 3) 小野寺崇：泌尿器検査におけるCUREVISTAの臨床有用性。MEDIX, 51: 12-14, 2009.
- 4) 馬場隆行：多目的透視撮影システムCUREVISTAの臨床経験-特に胆道系IVR支援と嚥下造影検査において-。MEDIX, 50: 4-7, 2009.
- 5) 高谷昌宏, ほか：多目的透視撮影システムCUREVISTAの臨床経験-内視鏡検査専用装置として-。MEDIX, 50: 8-13, 2009.
- 6) 原 昭夫, ほか：IVR対応オフセットオープン方式多目的イメージングシステム“CUREVISTA”の開発。MEDIX, 46: 58-61, 2007.
- 7) 岡崎忠司：EXAVISTAの使用経験。MEDIX, 52: 14-17, 2010.
- 8) 浦 新一：多目的X線イメージングシステム“EXAVISTA”の開発。MEDIX, 49: 38-40, 2008.