

II 動画対応DRシステムの技術開発の最新動向

1. 最新の画像処理と今後の展望

安田 光慶^{*1, 2} / 佐藤 久弥^{*1, 3} / 加藤 京一^{*1, 4}*1 昭和大学大学院保健医療学研究科 *2 昭和大学江東豊洲病院放射線室
*3 昭和大学病院放射線室 *4 学校法人昭和大学統括放射線技術部

現在、臨床で用いられている血管撮影装置の検出器は、イメージインテンシファイア (image intensifier : I.I.) からフラットパネルディテクタ (flat panel detector : FPD) にほぼ移行した。高分解能、ワイドダイナミックレンジ、歪みがないなど、FPDが持つ特性により画質は大幅に向上したが、X線変換効率はI.I.と比べほぼ変わりがなく¹⁾、患者入射表面線量についても大きく変化することがなかった。一方で、画像処理に関しては、central processing unit (CPU) が格段に高速化したことで、数年前では行うことができなかった大量の画像演算処理を、ほぼリアルタイムで行えるようになり、平面における画像処理から時間軸方向まで考慮した処理がリアルタイムで行えるようになった。これにより、信号の検出能力、画像ノイズ低減などが高い精度で実行され²⁾、被ばく低減と高画質を両立した装置が各社よりリリースされるようになった。

最新の血管撮影装置に適用されている画像処理は、動体補正型リアルタイムピクセルシフト処理、動体補正型テンポラルノイズ低減処理、空間ノイズ低減処理、イメージ強調処理などが複合的に組み合わされている³⁾。イメージ強調処理は、エッジやコントラスト、ブライトネスといった、各ユーザーの趣向に合わせて任意に変化させることができる基本的な画像処理であり、従来用いられてきた技術である。本稿では、イメージ強調処理以外の最新画像処理につき解説を行う。

● 動体補正型リアルタイム ● ピクセルシフト処理

digital subtraction angiography (以下、DSA) は、造影剤注入後のライブ画像と造影剤注入前のマスク画像をサブトラクション処理し、血管造影画像のみを描出する方法である。患者の体動がなければ末梢血管まで明瞭に描出され、診断価値の高い画像を得ることができる。しかし、生体においては呼吸や造影剤注入における熱感、疼痛による体動を避けることが困難であり、ミスレジストレーションアーチファクトにより、画質を低下させることが多い。従来、DSA撮影の後処理として自動および手動で処理を行っていたピクセルシフト処理 (pixel shift) は、数年前よりリアルタイムかつ自動的に行われるようになり、処理に費やされる時間が大幅に短縮された。

一方、補正精度に目を向けてみると、患者の体動は平面的な二次元の動きだけではなく、関節を支点としたねじれを伴う三次元的な動きを伴うことが多く、従来の二次元ピクセルシフトでは、面内のミスレジストレーションアーチファクトを十分に補正できない (図1)。

最新の血管撮影装置に搭載されているピクセルシフト処理は、リアルタイムに処理を行うだけでなく、マスク画像に対するライブ画像の動きを、パターン認識技術およびモーショントラッキング技術を用いて行っている。1フレームごとに撮影対象における各箇所の変位量を

ベクトル量として算出、マスク画像の各箇所の動きを補正した後、ライブ画像とサブトラクション処理を行うことにより、画面全体を最適に補正することが可能となっている⁴⁾ (図2)。さらに、近年では0.1ピクセル単位での補正が可能となり、補正精度に関してさらなる向上が見られる。

● 動体補正型テンポラル ● ノイズ低減処理

従来用いられてきたテンポラルノイズ低減処理 (temporal noise reduction) は、表示されている透視画像より過去の複数フレームを重ね合わせノイズを低減させる、時間軸方向の画像処理である。冠動脈のように動きが大きい対象物においては、処理強度を強くすることにより、血管やデバイスなどが残像として投影されてしまう (図3)。

最新の画像処理技術では、先に得られた動画像の入力データを、骨など動かない対象 (静体) と血管など動く対象 (動体) に分離する。次に、静体に関しては従来用いられてきた強度の高いテンポラルフィルタを用い、動体に関しては対象の位置変化を複数のフレームにおいてリアルタイムに検知し、動体補正を行った後に加算処理する (図4)。最終的に、加算処理された静体と動体の出力データを合算し、画像を再構成する。これにより、残像を形成することなくノイズを低減し、画質を大幅に改善することが可能となる^{1)~3)}。