

PACS と電子カルテ

モニタ画像表示のノウハウ

有限会社 夢見堂 石川浩太

はじめに

医療画像の電子化技術の進歩、医療機関でのインフラストラクチャの整備が着実に進んでおり、モニタ上での画像診断が現実のものとなってきました。それに伴い放射線科医の業務形態は変化し、「診断医が自宅や出張先にいながらにして、チーム医療に参加する」ことも現実味を帯びてきました。モニタの品質が画像診断の結果に及ぼす影響に関して、十分な検討が必要であることは明白ですが、と同時に、インタフェイスの役割を担う画像表示ソフトウェアの品質が、業務の効率や質を左右することも考えなければなりません。

画像表示ソフトウェア

モニタ上での画像診断を行う上で、必ず必要となるソフトウェアですが、その機能や価格は実に多岐にわたっています。CAD (Computer Aided Diagnosis) など、診断に近い作業を行うソフトウェアもありますが、診断の主体は読影する医師であることには変わりはありません。この意味において、画像表示ソフトウェアは「読影者に画像情報を認知させるためのインタフェイス」と定義できます。さらに言えば、業務の効率や質を向上させるには「正確な画像情報の提示」「読影者の思考過程と連動した画像表示」「読影者を待たせない処理速度」が問われることになります。これに加え、「各システム間の連携による業務の自動化、効率化」「各種画像処理加工技術」「インタラクティブなレポートシステム」など、フィルムでは実現し得なかった、付加価値についても評価しなければなりません。

マンマシンインタフェイス

従来のフィルムでの読影では、インタフェイスの担い手はフィルムとシャウカステンでした。モニタ上での診断では、「液晶あるいはCRT モニタ」と「画像表示ソフトウェア」がその役を担います。両者のもっとも大きな差異は「表示画像の変化の有無」と「画像表示面積」に尽きます。問題の解決のため、モニタ上での診断においては、自ずと「狭い表示面積を補うため、時間軸を有効活用し動的に画像を表示する」必要が生じることは理解できると思います。最も分かりやすい例が「タイル表示」から「スタック表示」への変化であり、読影者も自らのスタイルを変える必要があることにもなります。

(図 1)

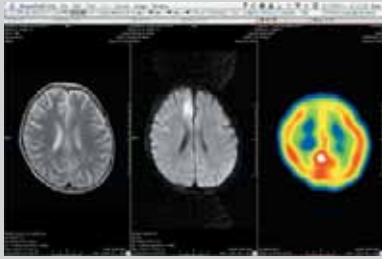


a: 横断像を一時収納する。



b: ウィンドウを整頓し矢状断像を Side by Side で比較する。
横断像は下のドッグに収納されており、いつでも閲覧可能。

(図 2)



異なるモダリティ画像においても実体サイズを同期させて目視にて比較を行う。

(図 3)



拡大表示されたサムネイル (上図) より T1、T2 強調像および過去画像を選択し確定する。画像表示領域に表示されると同時にマイセレクト領域に「セレクト 2」と登録される (下図)

(図 4)



マイセレクトより「冠状断像」を選択し新たなフィルムセットとして観察する。「セレクト 2」をクリックすることで過去検査との比較画面 (元のフィルムセット) についても戻り得る。

フィルムの手法

もちろん、我々は、画像診断を行う上で、今まで培われたフィルムならではの良い点を忘れてはなりません。必要なのは「ウィンドウの一時収納機能」「ウィンドウの整頓機能」や「ウィンドウのクローズアップ (最大化) 機能」で、ウィンドウをフィルムに見立てることで、擬似的にフィルムスタイルでの読影環境を構築します (図 1)。さらに「複数のウィンドウの連動操作」や「複数のウィンドウ間での実体サイズの同期」が可能であれば目視による比較読影が容易になります (図 2)。過去検査との比較のみならず、MR 検査での T1 強調像、T2 強調像、造影画像の同期表示や、他モダリティ画像との比較など、さまざまな応用が可能であることが想像できます。

超フィルムの手法

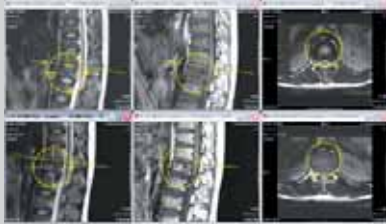
モダリティにて撮影される画像数が増加するに伴い、ある一検査を読影する際にも、「同じ断面での比較」「過去検査との比較」など、様々な比較をする必要が生じてきました。読影プロセスにおいて、複数の比較のためのグループが存在することになります。そこで、複数のフィルムをグループ化し、「フィルムセット」という概念を導入することが考えられます。そして、「複数のフィルムセットを保持しておく保管庫の機能」「同一断面など同一概念のフィルムセットの自動作成機能」「サムネイル等から素早くフィルムセットを作成する機能」「フィルムセットの編集機能」や「フィルムセットのスナップショットの保管機能」により、大量の画像情報を整理し、順序だてて、読影することが可能になります。具体例を挙げて説明をしますと、読影者は大きく表示されたサムネイルより、T1 強調像と T2 強調像をクリックし、過去検査の T1 強調像と T2 強調像も選択し確定します。結果、画像表示領域に選択したフィルムがそれぞれ独立したウィンドウとして表示されます。同時に、ユーザが選択したフィルムセットが、画面下部の保管領域に「マイセレクト」として登録されます (図 3)。次に、自動作成された冠状断像のフィルムセットを画像表示領域にドラッグアンドドロップし、視点を交えて観察を進めます (図 4)。もう一度過去検査との比較に戻りたい場合は、先ほど生成されたマイセレクトをクリックすればよいのです。このように、「フィルムセット」の概念を取り入れることで、一検査の読影過程が可視化し整理され、さらに簡単な操作での比較読影群の切り替えが可能になり、「読影者の思考過程と連動した画像表示」に一步近づくのではと考えられます。また、「フィルムセットの編集機能」により、サムネイル、現在表示されているウィンドウ群や作成済みのフィルムセットを材料に新たなフィルムセットをドラッグアンドドロップにて手早く作成することで、応用的な表示にも対応できます。「フィルムセットのスナップショットの保管機能」により、現在表示されているウィンドウ群の表示形態 (W/L、拡大率やタイル表示の状態など) をすべて保持したまま、一時的に保管領域に保存することができます。このフィルムセットの完全な保管再現機能により、読影中に視点をかえて別画像を観察しても、いつでももとの読影に戻り得ることが保証されます。

(図 5)



矢状断像はスライス面が連動し、横断像にはそのスライスラインが表示される。

(図 6)



ターゲットツールで位置合わせを行い、上段(過去検査)と下断の位置連動表示を行う。

さらなる読影支援

読影者は画像診断を行う際、解剖学的な理解を深めるため、頭の中で立体的な画像構築を行います。今日、それを補助する三次元的な機能やフュージョン機能などが飛躍的に進化を遂げています。しかし、画像診断の基本は断面像であることには何ら変わりはありません。もちろん単純な断面表示では三次元的な認知には少々役不足であり、「三次元的に平行でない断面の相互の位置関係を把握する機能」や「同一断面でのスライス位置の連動機能」は欠かせません。CT、MR等の三次元的な位置情報が埋め込まれたDICOM画像では、これらの機能は実現可能です。画像のページをめくった場合に、同一断面の画像はスライス厚やインターバルが異なっても、画像位置が連動しスクロールします(図5)。同時に、三次元的に平行でない断面の画像上にはスライスラインが表示されます。また、「スライス位置同期ツール」を用いることで、三次元的な位置に関連のない過去検査や別モダリティの検査も連動が可能になります(図6)。解剖学的指標となる基準点を異なる2検査においてクリックすることで、簡易的に座標を合致させることが可能です。

処理速度の問題

一般的に画像情報は文字情報よりも大きく、それ故に、システムは肥大化しやすく、処理速度は低下しがちです。一日数十件の読影業務を行う者にとって、待ち時間の増大は単に業務の冗長化につながるだけでなく、精神衛生上もよくありません。大量の画像を保管するために「クライアントサーバシステム」はどうしても必要であり、特にサーバにおいては、「十分な容量を持つRAID (Redundant Arrays of Independent Disks)」と「配信に必要な圧縮画像をあらかじめサーバに保持(オンデマンド生成でない)」することが必要です。電子カルテの多数の端末からアクセスがあった場合でも、圧縮画像にて運用することで、ネットワークに優しく、高速に画像配信することが可能です¹⁾。そして、画像の展開はクライアント端末に任せることが重要です。また、サーバでは送信に必要な画像を要求ごとに生成するのではなく、配信する前にあらかじめ準備をしておくことで、サーバのCPU負荷は劇的に軽減され、RAIDやネットワーク処理の限界に近い速度が期待できます。過去画像を含め十分な画像ファイルをあらかじめ処理速度の速いRAIDに保持しておくために、テラバイト単位のストレージが必要になります。処理速度に対するこれらの解決方法は、病院内にとどまらず、遠隔画像診断システムなど、ネットワークが脆弱な領域でますます威力を発揮します。非可逆圧縮(劣化の発生する圧縮)で圧縮率を飛躍的に高めることや、プログレッシブ展開が可能なJPEG2000と暗号化技術の活用で、院外への配信も夢ではありません。

電子カルテと画像表示ソフトウェアの関係

電子カルテの導入に際し、フィルムも当然電子化が検討されます。その際「Webブラウザ上で稼働するDICOMオリジナル画像を表示しうる画像表示ソフトウェア」の導入が有効です。なぜなら、画像配信用サーバには蓄積された画像ファイルのみならず画像表示ソフトウェア自身も含

まれるため、端末の保守費用が原理的には不要で、専用端末を多数導入するよりも一般的にコストを下げるのが容易だからです。また、連携に関しても「患者 ID やアクセス番号 (オーダー番号) を記述した URL」を実行することで、電子カルテ側から該当検査画像を容易に絞り込み表示することが可能です。肝心の画像表示ソフトウェアの品質に関しては、ActiveX などの既存の要素技術を用いることで、Web ブラウザ上で一般的な画像観察専用のワークステーションと同等なものを稼働させることが可能です。

キー画像の活用

IHE (Integrating the Healthcare Enterprise) における CPI (Consistent Presentation of Images) や KIN (Key Image Note) の規格化に代表されるように、診断上のキー画像の扱いは重要視されています。一般的にキー画像はレポートシステムや他システムに添付される際、JPEG などの画像情報として取り込まれます。これとは対照的に、画像の所在や表示状態を記載したテキスト情報を活用したらどうなるでしょうか? 規格化された CPI、KIN とは、異なりますが、「画像の識別番号 (SOP Instance UID)、Presentation State (W/L、拡大率など) と ROI 計測やアノテーション類をシリアル化、テキスト化した URI」を活用することが有用です²⁾。画像表示ソフトウェアにてシリアル化された URI はユーザがドラッグアンドドロップかコピーペーストを行うことで簡単に他のシステムに受け渡すことが可能です。そして、受け取った URI は実行することで、いつでもキー画像として再現され、同時に ROI 計測やアノテーション類も画像上に表示されます。Web ブラウザ上の DICOM ビューアで画像が再現されるため、表示された後に W/L 変更、再計測などの後処理も可能です。レポートシステムとの連携では、診断報告書の文中にこの URI を仕込ませることで、報告書からキー画像を呼び出すことが可能となり³⁾、しかもレポートシステムとしては画像情報を持たなくて済むこととなります。前述の ActiveX 技術も、URI も実に汎用性が高く、電子カルテとの親和性に富み、少ない労力で連携システムを構築することが可能です。場合によっては DICOM ビューア (ActiveX モジュール) を電子カルテに実装し、電子的なカンファレンスシステム等に応用することも容易です。

まとめ

我々が今日まで取り組んで参りました研究成果を中心に「モニタ画像表示のノウハウ」をまとめました。読者の今後の PACS 構築に少しでもお役に立てればと思い、分かりやすいキーワードを用いて記載するように努めました。また、読者の皆様におかれましては、画像表示に関し記載いたしました以上にノウハウをお持ちのことと思いますので、ご意見ご感想をいただければ幸いです。

文献

- 1) 石川浩太: モニター診断のための PACS 新医療 50-52 2001 年 8 月号
- 2) 石川浩太: 読影過程の記録、再現のできる報告書システムの試作 第 1 回画像診断レポート研究会抄録集 2002 年 9 月
- 3) H.Fukatsu, T.Ishigaki, M.Osada, and A.Iwasa, "Hyperlinked Diagnostic Report: Drag and Drop-based User-friendly Interface to Create Links Among Phrases on the Report and Images on the DICOM Viewer," RSNA2004 Scientific Program, Radiology, pp.816, 2004.