

迅速で正確な医療用画像診断を支援する デジタルメディア処理技術

Digital Media Processing Technologies for Healthcare Solutions

長田 雅和

■ OSADA Masakazu

高齢化の進展などに伴い医療費の急速な伸びが予想されるなか、医療の情報化を通じて集積された診療情報や健康情報などを有効に活用し、疾病の予防及び医療の質の向上や効率化を図る必要性が高まってきている。

今回、東芝グループ各社が持つデジタルメディア処理技術を画像診断機器や画像管理システムに応用することで、診療など臨床の各場面で情報を高度に利用し、作業や意思決定をより正確かつ効率的に進められるよう支援するシステムを実現した。

Information technology (IT) has gained a solid position in healthcare institutions in Japan as a means of reducing costs and increasing efficiency while maintaining the quality of healthcare services.

Toshiba Medical Systems Corporation has developed several innovative healthcare IT solutions such as the Rapideye™ picture archiving and communication system (PACS), the Rapideye™ hyperlink reporting system, and a teleradiology solution by applying the digital media processing technologies of the Toshiba Group.

1 まえがき

近年、少子高齢化が進展し、医療費高騰を抑えるために、病気の早期発見と早期治療、及び医療IT（情報技術）の高度化のための政策が展開されている。また、医療データに対する国民の意識も変化してきている。これらを受けて、医療側でも、医療のサービスの向上と質の向上の両立が求められている。最良の医療を、より少ないコストで患者に提供するためには、医療ITが今や不可欠である。

医療の現場では、より多くの作業を、できるだけ短時間で、安全かつ正確に行うIT応用システムが求められている。例えば、医師が病気を見落とさないよう支援するコンピュータ端末、治療が正確に行われたことを示す記録システム、レントゲンやCT (Computed Tomography), MRI (Magnetic Resonance Imaging), エコーなどの画像診断の高度化、などが求められる。また、画像から病気を発見し、診断レポートを作成する医師（読影医）の不足が顕著となっている⁽¹⁾。しかも、従来のCT検査では、一検査につき数十枚程度の画像を診断したが、機器の性能向上により、1,500枚以上の画像を診断することが日常的になっており、医師の負荷低減が切実な課題となっている。

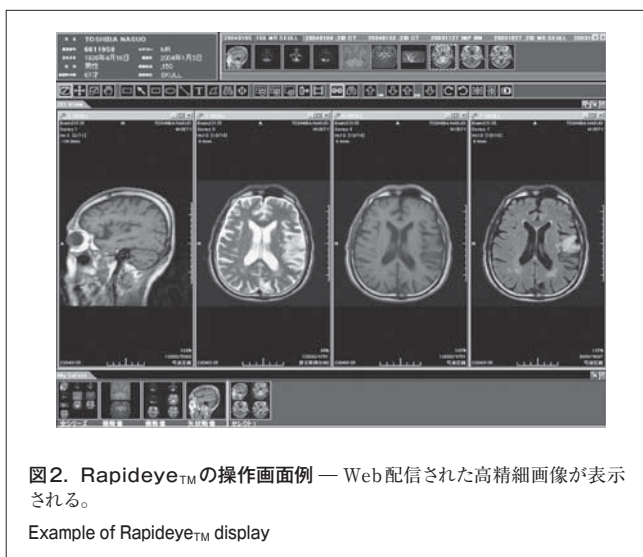
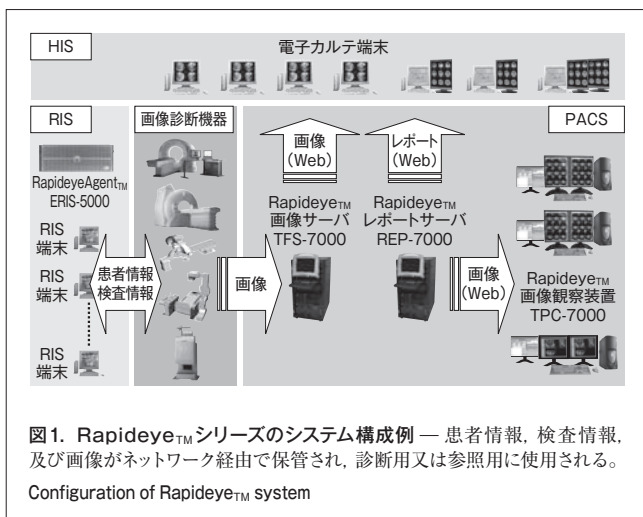
このように、多くの作業を、できるだけ短時間で、安全かつ正確に行うという課題をデジタルメディア処理技術により解決する、東芝メディカルシステムズ(株)の取組みについて述べる。

2 大量の画像を効率的に管理する デジタルメディア処理技術

画像診断には、CT、MRIといった画像診断機器から生成される膨大な画像情報を用いる。このため、フィルムを用いて行ってきた従来の操作に近い直感的な使いやすさ、フィルムではできなかった効率的な表示方法、及びこれらを実現するために必要な高速大容量のサーバ技術が必要である。これらを実現したのが、当社の医用画像保管通信システム (PACS: Picture Archiving and Communication System) Rapideye™ シリーズである。これは、病院情報システム (HIS: Hospital Information System) や放射線部門情報システム (RIS: Radiology Information System) といった院内の情報インフラストラクチャと連携して動作する。システムの構成例を図1に示す。

画像診断機器から送られる画像は、すべて画像サーバのハードディスク装置 (HDD) にオンラインで保存され、診断用と参照用にそれぞれ画像圧縮されたあと、HTTP (HyperText Transfer Protocol) 形式で画像観察装置及び院内の電子カルテ端末に配信される。このため、高速かつ大量の画像配信ができるようになり、更に、院内外にかかわらず、Webブラウザの起動する端末すべてで画像の参照ができる。

操作画面例を図2に示す。この画面では、フィルムを検査ごとに分別して格納し、そこから画像を取り出して並べる操作を直感的に再現している。画面最下段には、マイセレクトと呼ぶエリアがある。ここには画像診断装置の種類や診断部位などによって、画像の表示条件や並べ方をあらかじめ設定し、記憶保存しておくことができる。また、読影作業の途中で画



像の配置を保存することもできる。したがって、多量の画像をつと確認しながら並べ替えたり、作業を中断し、再開後に再度並べ替えるといった作業がワンクリックでできるようになる。このように、画像表示条件を最適化することにより、CT検査及びMRI検査の読影で、平均読影時間が統計的に有意に減少することが知られている⁽²⁾。

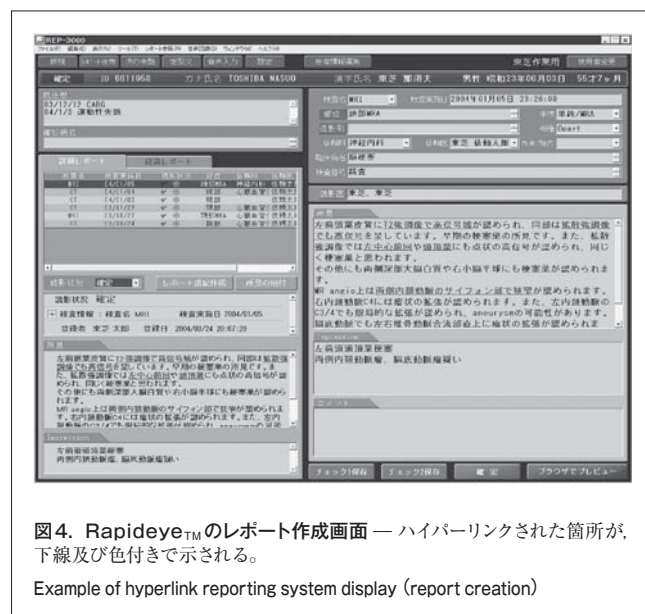
3 画像診断を短時間かつ正確に伝達する ハイパーリンク技術

読影医は、症状と所見との関連性、複数の画像診断機器で撮影された画像や過去に撮影された画像との比較、及び診断と今後の診療方針に関する所見などを、読影レポートとして主治医に伝達する。ところが、検査の多様化に加えて、撮影される画像の枚数も増加の一途をたどる一方で、受診者ひとり当たりの診療時間はあいかわらず限られている。したがって、診療場面においては、レポートの真意をいかに正確に、かつ

短時間で伝えることができるかが重要である。これを実現するため、インターネットで利用されている“ハイパーリンク”の技術を応用した読影レポートシステムを開発した。

まず、読影医によるレポートの作成場面について述べる。実際の作成の様子を図3に示す。

読影医は、検査結果の画像を参照しながら、所見及び診断をレポート作成画面上にキーボードで入力していく(図4)。このシステムでは、重要な文字列(文章やキーフレーズ)に対応するキー画像をドラッグアンドドロップして、ハイパーリンクを作成することができる。なお、選択したキー画像に、あらかじめ注意書きをオーバーレイとして付加したり、拡大や階調変更のような画像処理を加えて病変を強調することができ、これらの処理結果もそのままリンクされる。このようにしてリンクが作成されると、文字列は下線及び色付きで表示される。更に、



選択した文字列と画像の間だけでなく、選択した文字列と過去の検査レポートの間にもリンクを作成することができる。このようにして、例えばがんの所見の場合、数百枚に及ぶ画像の中から、所見の根拠となった画像の正確な位置とその表示条件、及び処理条件を記録することができる。

次に、レポートを参照する場面について述べる。前述のように作成されたレポートは、ハイパーリンクを持つドキュメントとして主治医へ電子的に届けられる。このドキュメントは、Webブラウザを起動可能な端末上で表示ができる。主治医が受け取ったレポートを画面上に表示すると、リンクの付加された文字上に色及び下線の付いたレポートが表示される(図5)。

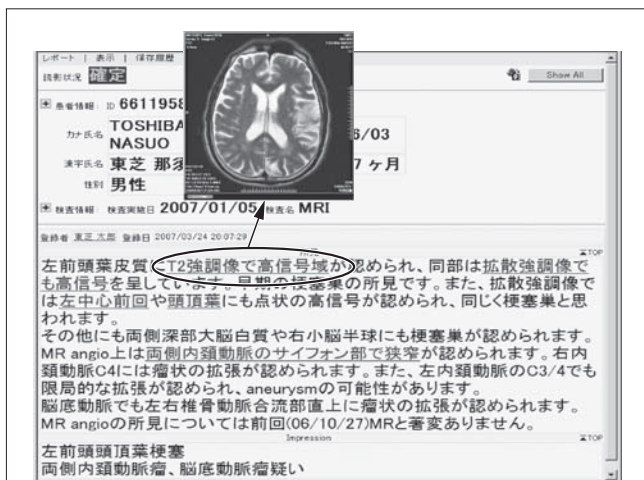


図5. Rapideye™のレポート参照画面 — ハイパーリンクされた箇所をクリックすると、画像が表示される。

Example of hyperlink reporting system display (report review)

リンクをクリックすると、その内容に関連付けられた画像が表示される。これにより、主治医にとっては、大量の画像をすべて再確認する手間が省かれ、注目すべき必要十分な画像に最小の手順(ワンクリック)で到達できる。また、レポート内容と画像及び過去の所見との対応付けが明確になり、更に、画像の拡大、処理、注意書きなど、読影医がレポート作成時に見た状態をそのまま再現できるため、医師間の情報伝達がより正確かつ効率的になる。このシステムを用いてレポートの作成及び参照を行った結果、過去の画像を参照する必要がある検査の読影時間が統計的に有意に減少し、更に、主治医のレポート参照時間も統計的に有意に減少することが確認されている⁽³⁾。

4 蓄積された画像やレポートを利用するデジタルメディア処理技術

治療評価や経過観察などを目的とした再検査では、前回の検査画像と比較して、病態の変化を観察する比較画像診断が定行的に行われている。ところが、画像診断装置の性能向上

に伴い、読影対象となる画像枚数が年々増加しているため、検査技師や読影医の負担が増大している。例えば、前回検査と撮影条件が異なるため正確に画像を比較することが困難であったり、又は、撮影範囲に違いがあるため、前回の画像と解剖学的に同じ位置を左右表示するためには、位置合わせ操作が必要となる。更に、前回検査のキー画像と同じ部分の今回の検査画像を、大量の画像を1枚ずつ確認しながら探すといった煩雑な操作も必要となる。

そこで、蓄積された画像情報を利用して、CT撮影装置とPACSの機能を連携させることにより、これらの負担を軽減するシステムを開発した。以下にその概要を述べる。

まず、CTで撮影すると、画像とともに、撮影条件と撮影範囲についての情報(Syncオブジェクト)が画像サーバに格納される。次に、後日、再検査を実施する。このとき、CTの操作コンソールから画像サーバを検索し、前回の検査のSyncオブジェクトを取得し、格納されている撮影条件を今回の検査に適用するとともに、前回と同じ撮影範囲となるように位置決めを行う。画面例を図6に示す。上段の位置合わせ画像を用いて前回と今回の位置を合わせ、撮影範囲を決定し、下段の検査を選択することにより、撮影条件を決める。

一方、画像観察装置では、読影医が検査一覧から対象の検査を指定して画像を表示する。従来は今回の検査を選択して表示してから、それと比較するために過去の検査を指定して左右に並べるように配置し、更に、両方のスライス位置を合わせた後、前回の検査のキー画像が表示されるまで画像をめくる操作を繰り返していた。

今回開発した技術では、画像観察装置がSyncオブジェクトを画像サーバから取得し、自動的に同一の撮影条件が適用されている前回の検査と今回の検査の組合せを識別し、マイセ



図6. CT検査のコンソール画面例 — CT検査時に、前回の検査の情報を利用する。

Example of CT test console display

レクトに表示する。このマイセレクトをクリックするだけで、対応する前回と今回の画像を左右に並べて表示することができるようになる。

更に、画像観察装置でキー画像の指定を行うと、対応するSyncオブジェクトを更新して、キー画像のスライスの位置情報を格納する。これにより、前回の検査でキー画像が指定されている場合、自動的にそれを表示するとともに、同じスライス位置の今回の画像を表示する。

この技術によりCT撮影装置では、従来の撮影作業効率を低下させることなく、前回の撮影条件と撮影範囲を確実に再現することができるようになった。また、画像観察装置では、読影医の比較画像診断のためのセットアップ時間が大幅に削減され、思考を中断することなく実際の画像診断に集中することが容易になった。このように、検査技師や読影医の負担を増やすことなく、大量の画像を有効に利用して、質の高い画像診断に貢献することが期待できる。

以上は画像情報の利用技術であったが、蓄積されたレポート情報の利用技術についても研究を進めている。読影レポートの作成は、医学的判断を求められる業務であり、ひとりが集中して作業できる時間も限られる。したがって、レポート作成時間の短縮や作成に要する負荷の低減を、診断の質を落とすことなく実現することが、医療現場における切実な課題となっている。

この課題を解決するため、テキストマイニング技術を用いて検査目的や医学知識を解釈し、レポートの不備を指摘するソフトウェア(レポートチェッカ)の研究を進めている。これは、読影レポート作成端末上で動作するソフトウェアである。まず、レポート作成端末で作成された所見をレポートチェッカに入力する。レポートチェッカは、入力された所見のテキストデータを、医学知識辞書を参照しながらチェックルールに基づいて解析し、解析結果をレポート作成端末上に表示することにより、確認と修正を促す。このソフトウェアをレポート作成作業時に併用することで、作成速度の向上、及び操作者への負荷の減少が認められた⁽⁴⁾。

5 医療機関連携により質の高い医療提供へ

このようなシステムを応用し、複数の医療機関を連携させ、より良い医療サービスを効率的に実現する試みもなされている。具体的には、専門医の少ない病院、専門性の異なる病院、健診施設、及び医師の自宅を通信回線で接続し、あたかも一つの医療機関であるかのようなサービスを実現するものであり、一例として、当社が取り組んでいる遠隔画像診断システムの構成を図7に示す⁽⁵⁾。このシステムにより、読影を依頼する施設や健診施設などから画像及び検査依頼内容を読影センターに転送し、Webで閲覧可能になる。それらを、読影センター内あるいは読影医の自宅で参照し、レポートを作成して依

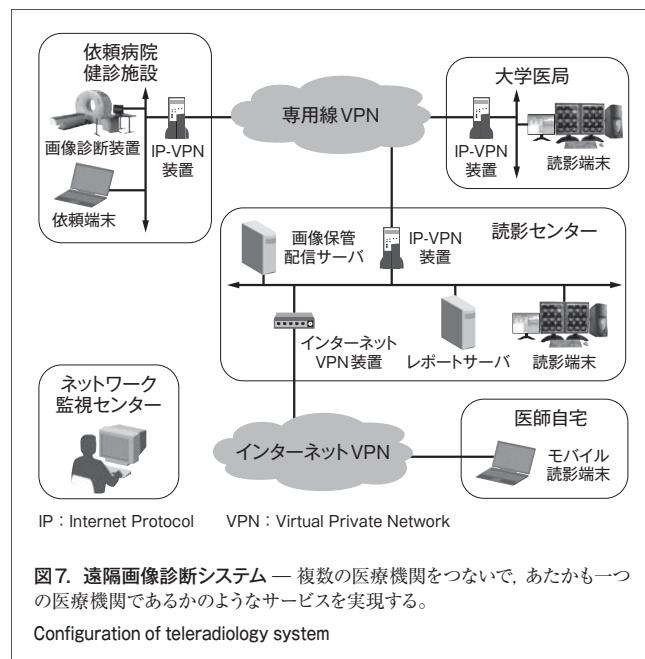


図7. 遠隔画像診断システム — 複数の医療機関をつないで、あたかも一つの医療機関であるかのようなサービスを実現する。
Configuration of teleradiology system

頼病院に返送する。

6 あとがき

以上のように、デジタルメディア処理技術を使ったこれらのシステムは、セキュリティの強化やソフトウェアの機能向上などにより、今後更に多くのニーズに応えうるシステムが構築できると考えられ、今や医療機関になくてはならないものとなっている。

文 献

- (1) 中島康雄, ほか. 日本国内におけるCT設置施設と放射線専門医の勤務状況について. 日本医学放射線学会誌. 65, 2, 2005, p.142-147.
- (2) 長田雅和, ほか. “遠隔画像診断ワークステーションのユーザビリティ分析”. 日本放射線技術学会第60回学術大会, 横浜, 2004-04, 日本放射線技術学会. 京都, 2004, p.116.
- (3) Fukatsu, H., et al. "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. William W., et al. Chicago, 2004-11, Radiological Society of North America. 2004, p.816.
- (4) 長田雅和, ほか. “レポートチェッカ導入による医用画像診断のユーザビリティ向上”. ヒューマンインタフェースシンポジウム2006. 旭 敏之. 倉敷, 2006-09, ヒューマンインタフェース学会. 京都, 2006, p.439-444.
- (5) 近藤啓史, ほか. “インターネットVPNを用いた遠隔読影のワークフローおよびシステムの構築”. 第64回日本医学放射線学会学術集会抄録集. 遠藤啓吾. 横浜, 2005-04, 日本医学放射線学会. 東京, 2005, p.401.



長田 雅和 OSADA Masakazu, Ph.D.

東芝メディカルシステムズ(株) システム開発製造部長, 工博。医用画像保管通信システム(PACS)の研究・開発, 商品企画, 事業企画に従事。ヒューマンインタフェース学会, SPIE会員。Toshiba Medical Systems Corp.