

❖ 研究論文 ❖

分散環境下における放射線画像管理システムの試み

田中 雅人^{*1} 上坂 秀樹^{*1} 河村 泰孝^{*1}
 小室 裕冉^{*1} 伊藤 春海^{*1} 石井 靖^{*1}
 米倉 義晴^{*2} 定藤 規弘^{*3} 小倉 久和^{*4}

要 旨

福井医科大学放射線部では、開院以来 16 年にわたってマイクロフィルムによる画像管理を行っており、取り扱いが容易なため臨床・教育・研究で大変有効に機能している。しかし、画質の劣化、紛失、ランニングコストの増大、保管スペースの不足などの問題が起こってきた。今回、われわれはマイクロフィルムの運用と維持組織を電子的に置き換える目的で、分散環境に対応した放射線画像管理システムを構築した。画像取得は各画像診断装置からレーザーイメージャ撮影時自動的に取り込み DICOM 接続された画像サーバへ転送する。画像サーバでは受信した DICOM 画像を JPEG 圧縮してオリジナル画像と同じピクセルサイズを持つ詳細観察画像と半分のピクセルサイズの概要観察画像を作成保管し統括サーバに画像付帯情報を通知する。統括サーバでは検索用インデックスファイルを更新し分散するリソースを管理する。クライアントは、Web Browser を介して統括サーバにアクセスし画像検索表示 Applet で検査検索を行い、画像データは分散する画像サーバから直接取得し表示する。10 カ月におよぶ実運用の結果、詳細・概要観察画像合わせて約 150 万枚(総容量 12.1 GB)を蓄積した。サーバの分散化と画像データ量の軽減により高速なシステムレスポンスを維持し、日々の検査診断業務を円滑に行う上で不可欠なものとなった。

はじめに

病院放射線部から発生するおびただしい画像を管理することは、多くの施設で依然として大きな問題となっている。その解決をはかる手段として Picture Archiving and Communication System (PACS) の実用化が検討されており、共通な画像通信プロトコルである Digital

Imaging and Communications in Medicine (DICOM) の普及とともに研究段階から実用段階へと移りつつある。しかし、現在提案されているシステムは膨大な初期投資を必要とする上、ランニングコスト、システムレスポンスなど多くの点で課題を持っている。一方、インターネットの爆発的普及とパーソナルコンピュータの高機能化低廉化により、ネットワーク志向のさまざまな革新的技術が生み出されてきた。その代表的技術である World Wide Web (WWW) を利用したシステムが活発に検討 [1~4] されており、さらに WWW の自由度を大きく広げるネットワークオブジェクト指向型言語 Java を用いたシステムの報告 [5, 6] や重要性が指摘 [7, 8] されている。

今回、われわれは画像診断装置からの画像取得に DICOM 通信を、各クライアントに画像を配信する手段として WWW と Java を組み合

^{*1} 福井医科大学医学部附属病院放射線部〔〒910-1194 福井県吉田郡松岡町下合23〕
 e-mail : masat@fmsrsa.fukui-med.ac.jp

^{*2} 福井医科大学高エネルギー医学研究センター

^{*3} 岡崎国立共同研究機構生理学研究所

^{*4} 福井大学工学部情報工学科知識情報処理研究室

投稿受付：1999年6月14日

最終稿受付：1999年10月19日

採用決定日：1999年11月12日

Key words : PACS, Distributed Resources, Java, WWW, DICOM, JPEG image

わせて、レスポンスとコストを十分に考慮した分散医用画像管理システムを開発した。10カ月におよぶ実運用で約150万枚(12.1GB)を越える画像を蓄積し、日々の検査業務を高精度にかつ円滑に行う上できわめて有効に機能している。本論文では、分散環境下における放射線画像管理システムの構成を示し、実運用を分析した結果に基づくシステムの評価について報告する。

1. 従来の放射線画像管理システムにおける課題

病院の規模として600床程度の施設であれば、放射線部から発生するX線単純撮影系を除いたCT、MRなどデジタル系の画像だけでも1日当たり約4000枚(16ビット非圧縮画像で約1.5GB)と膨大である。現在ほとんどの施設でX線フィルムによる画像管理を行っており、大きな保管スペースを準備し、管理要員として専従者を設けるなどその運用に多くのコストと時間を割いているが、必ずしも有効に活用されているとは言い難い。また、マイクロフィルムによる保管管理が福井医科大学を含めいくつかの施設で行われており、この方法では、X線フィルムと診断所見用紙は、放射線部でマイクロ

フィルム化したのち各依頼科に返送する。マイクロフィルムは検査時や読影時に格納庫から取り出し、専用のビューワを用いて参照され臨床現場できわめて有効に機能している。しかし、画質がかなり劣化する上、紛失などの問題や共有が困難なこと、多くのランニングコストや労力を要することなど問題点も多かった。それらアナログ媒体による画像保管に代わりデジタル媒体による画像保管としてPACSが提案され現在多くの施設で稼働しているが、巨額の初期投資や現場の要求に即していないなど、今だ発展途上にあるといえる。

福井医科大学放射線部では、現在稼働しているマイクロフィルムの運用と維持組織を電子的に置き換える形で、分散環境下における放射線画像管理システムを構築した。

2. 分散環境下における放射線画像管理システム

1) 分散システムの構成概要

放射線画像検査装置の種類が多岐にわたり、個々の装置が発生する画像枚数が膨大になってくるとすべての画像を集中的に管理する方法では、クライアントからの要求に効率よく応答することが困難となり、初期投資の増大やネット

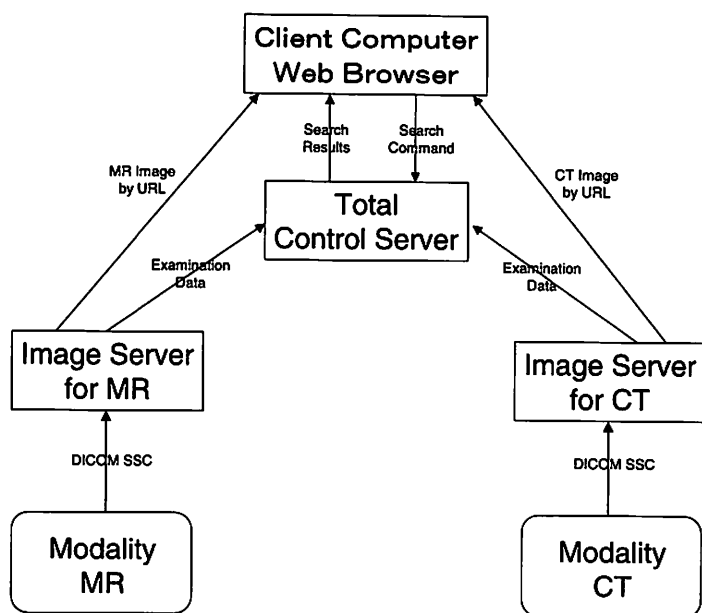


Fig. 1 The block diagram of communication protocols between Servers and Client computers.

ワーク負荷の集中など多くの問題が発生する。そこで、複数の画像サーバを用いてシステムを構成することで負荷を分散し効率的に管理運用するシステムを実現した。具体的には、画像診断装置をいくつかのグループに分けグループごとに画像サーバ(Image Server)を設置し、それら複数の画像サーバを統括サーバ(Total Control Server)で管理する構成(Fig. 1)にした。各画像サーバの機能として責任モダリティから画像データをDICOMプロトコル(SSC: Storage Service Class)で受信し、画像付帯情報(Examination Data, 患者ID番号, 患者氏名, 検査日, 検査時間, モダリティ種別, 画像枚数)と画像データの所在を示すUniformed Resource Locator(URL)を統括サーバにメッセージ送信する。加えて、クライアント(Client Computer)からのWEBによる画像転送要求に応えるためHyper Text Transfer Protocol Daemon(HTTPD)プロセスを起動しておく。統括サーバでは、画像サーバから受信した画像付帯情報(Examination Data)を検査単位で検査履歴ファイルに保存し、それと同時に検査の検索を高速に実行するため、患者ID番号・患者名・検査日の各検索キーごとにおのおの該当する検査履歴情報へのレコード番号を格納するインデックスファイルもあわせて作成する。このインデックスファイルを用いることで、検索時に指定された患者IDに合致する検査履歴の全レコード番号を一括して取得し、それを用いて実際の検査履歴情報を読み出すことにより、応答性の高いシステムを実現している。

2) 画像の収集と蓄積

どのような画像を蓄積管理するかがシステム全体の根幹を決定することはいうまでもない。われわれは、蓄積対象とする画像として16ビットで表現されたDICOM画像を用いず、放射線科医師もしくは放射線技師によって調整され診断情報化された画像、すなわちレーザーイメージャに送られる8ビット階調画像を用いた。また、画像取得を可能な限り簡便にすることは現場への負担を軽減し継続的な運用を実現する。以上の要件を満たすため、画像取得をレーザーイメージャ撮影時に自動的に取り込む機構と

し、画像に表示された患者ID番号などの付帯情報を自動認識してDICOM 3.0プロトコルを作成し画像サーバに送出できる機能を実現した。また、本来16ビットで扱われる画像をモダリティからレーザーイメージャへわたる途中でキャプチャすることにより、Window Width/Levelを調整し診断情報化された8ビット画像として取り込むことが可能になった。その結果、取得した画像が即座に臨床利用できるとともに、システムに対する負荷がきわめて軽減できた。本画像取得装置はビデオキャプチャボードを搭載したLinuxをOSとするDOS/V機で構成され、モダリティとレーザーイメージャの間でプロトコルコンバータとして機能し非DICOM装置をDICOM対応化する。画像サーバで受信した画像はピクセルサイズを保ったままJPEG圧縮した画像(詳細観察画像)とピクセルサイズを1/2に間引いてJPEG圧縮した画像(概要観察画像)に変換する。圧縮ソフトはIndependent JPEG Library(IJL)を用いたが、このライブラリは圧縮率を直接指定するのではなくQuality Parameterによって圧縮率を制御するため、同じQuality Parameterでも画像の持つ特質によって圧縮率が変化する。Quality Parameter値が高いほどオリジナルの画質に近くなり圧縮率が下がる。また、このパラメータはIJL固有の値であって普遍的な指標となるものではない。今回の画像管理システムで用いるQuality Parameterと表示画像サイズを決めるため、取り扱うすべてのモダリティの画像に対してQuality Parameterとピクセルサイズを変化させ画像を作成し、放射線科医師7名、放射線技師4名によって評価決定した。その結果、CT、MRに関してはQuality Parameter=35、RI、PET、USに関してはQuality Parameter=25、血管造影に関してはQuality Parameter=50とした。また、画像ピクセルサイズについては、詳細観察画像はオリジナル画像のピクセルサイズを保存することとし、概要観察画像については1280×1024のディスプレイサイズで表示したとき、全体を容易に把握できる最適な画像サイズとしてピクセルサイズを1/2に間引き4×4の16画像表示とした。その

結果, 平均圧縮率は詳細観察画像で 1/15, 概要観察画像が 1/50 となった。

3) 画像の配信と参照

クライアントは Web Browser から統括サーバ上で実行中の WEB サーバにアクセスし患者検索・画像表示用 Java Applet をダウンロードする。Applet は直ちに統括サーバ上の Java Application で書かれた検索プロセスと Socket 通信を確立する。クライアント側で動作している Applet がインタラクティブにユーザー要求を受けつけ, Fig. 2 にある患者 ID 番号, 患者名, 検査日などの検索項目を入力し

SEARCH ボタンを押下すると検索要求が統括サーバに送られる。検索プロセスは Multithread 対応で動作しており同時に複数の要求に回答できる。検索プロセスは, 先に述べたインデックスファイルで高速検索後, ヒットした検査データのレコードを検査履歴ファイルから読み出し Socket 経由でクライアントに返送する。クライアントは Fig. 2 の Search Result (Exam. Information List) に検索結果を表示しユーザの検査選択待ち状態になる。

検査を選択すると, 先に取得した検査データレコードより画像の URL を作成し対応する個々の画像サーバから Hyper Text Transfer Protocol (HTTP) で 1 画像のみ取得し検査リスト右側 Window にその検査の 1 番目の画像を表示することで撮影部位を明らかにする。View ボタンを押下することで, Fig. 3 に示すごとく, 概要観察画像を 16 枚表示するが, 次々とページをめくるように連続して画像全体を一度に参照できる。加えて, 任意の概要観察画像をクリックするとオリジナル画素サイズを保った詳細観察画像を 1 枚ずつ表示し細かく観察することができ, Report ボタンを押下することで診断所見を参照できる (Fig. 4)。

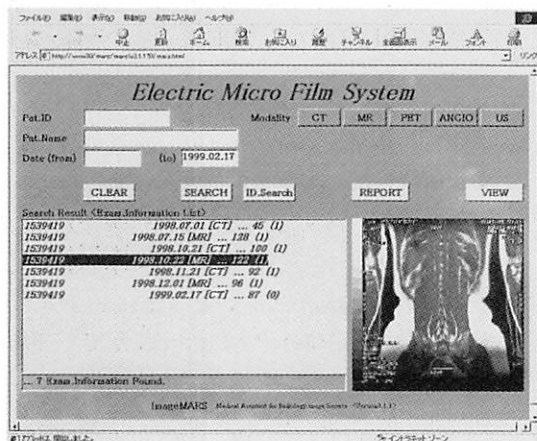


Fig. 2 The user interface of the retrieve-and-display-program.

3. 分散医用画像管理システムの運用実績

現在運用中のシステム構成 (Fig. 5) は, 画像

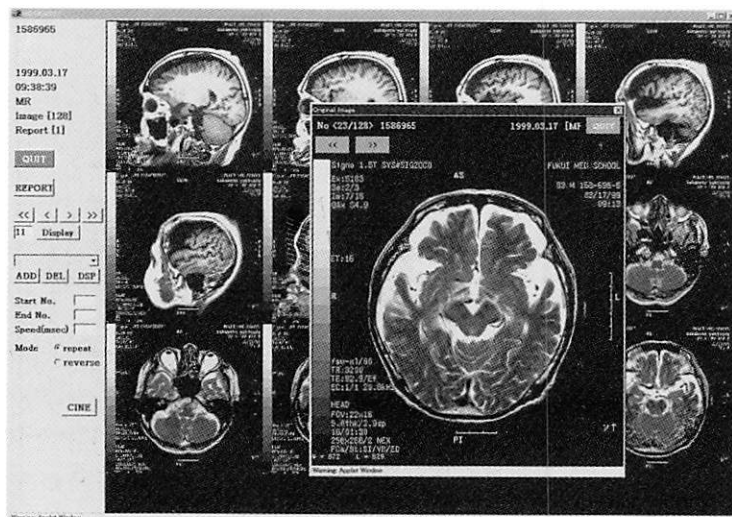


Fig. 3 An example of image display windows (the thumbnail image and the full image are displayed).

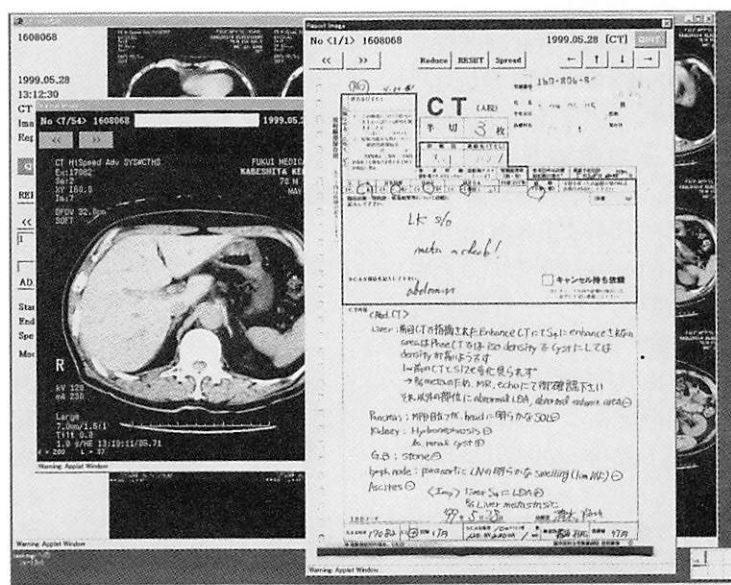


Fig. 4 Image display window and Dr's report window.

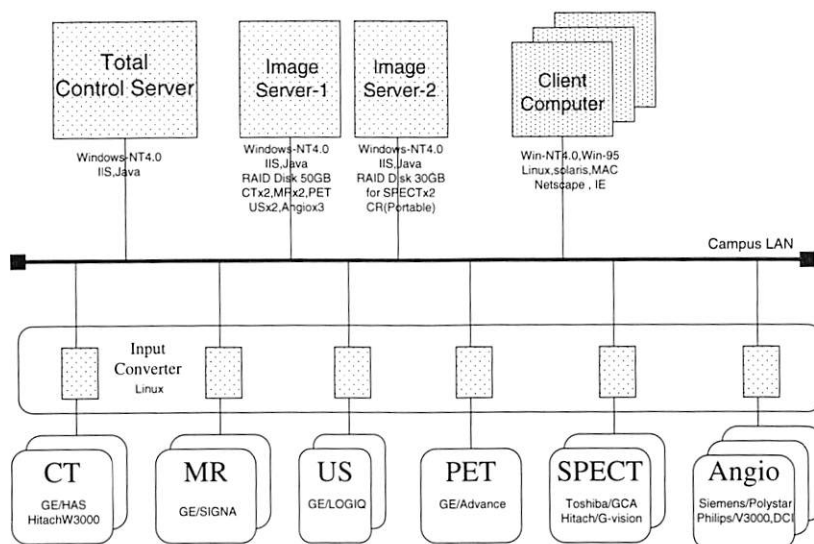


Fig. 5 An example of hardware configuration of our image management system.

診断装置としてCT 2台, MR 2台, 血管造影装置 3台, 超音波断層撮影装置 2台, PET 1台, SPECT 2台計 12 台を接続し, サーバマシンは統括用に 1 台, 画像蓄積用に 2 台接続し, 30 台のクライアントからアクセスされる. 約 10 カ月間での実運用の結果, 詳細観察画像および概要観察画像それぞれ 75 万枚に達しており総容量は 12.1 GB, 画像の欠損は初期トラブルに起

因した 0.1%程度で, システムの稼動状況としては十分満足いくものである. システムレスポンスは, モダリティからサーバに対して画像転送が集中する午前 9:30 から午後 4:00 の間で, 検査検索に要する時間は単一検査日, 単一患者であれば平均 1.0 秒で, 画像参照においても転送要求を出してから概要観察画像 16 枚 (124.8 KB) が表示されるまで平均 1.5 秒と高

速である。また、ネットワーク負荷に関しては MRTG(Multi Router Traffic Grapher)により画像蓄積サーバの 100 Base-T Ethernet Port で連続計測した結果、各モダリティからの画像蓄積転送に対する負荷は月平均 14.0 KBytes/sec(0.1%), 最大 281 KBytes/sec(2.3%), 一方画像参照では月平均 1.6 Kbytes/sec(0.01%), 最大 30.7 Kbytes/sec(0.2%)と問題ない範囲であった。本学のネットワーク構成は、基幹 LAN として医学情報センターに設置した光 GIGA-SW から FDDI が各部門に引かれ、各セグメントの Router を経由して 10 Base-T Ethernet が配線されている。本システムは現在本学で稼働しているマイクロフィルムシステムと十分置き換わり得ると考えられる。画像を電子化して保存することで即時検索表示、同時共有、省スペース化、放射線検査電子フォーラムなどさまざまな応用が可能になった。具体的な効果として、ルーチン業務の中で無理なく過去のさまざまなモダリティの画像を即座に参照できるため、検査の質が大いに高められた。また、患者診察時動画表示なども併用することで、きめこまかいインフォームドコンセントが可能になった。

4. 考 察

今回のシステムでもっとも重要な点は、画像データが 8 ビット JPEG 圧縮画像でありながら十分な診断価値を持っている点である。現在広く見られる PACS は 16 ビット階調を持ったオリジナルデータを取り扱うシステムが主流を占めている。しかし、放射線科医師または放射線技師によって調整され診断情報化された 8 ビット画像であれば過去画像参照用として臨床上ほとんどの場合十分である。その割り切りが、臨床現場で実質的に役に立つ画像管理システムを可能にした。しかし、今後の課題として本来持ち得る画像情報の一部が欠損しているため臨床利用上問題がないか定量的な評価をすべきと考える。

また、画像の取得が現場業務にほとんど負荷を与えない機構が順調な運用を実現した大きな要因となった。加えて、画像データが 1 枚 20

KB 以下と小さいため蓄積装置の儉約にもなり CD-R チェンジャーなど大規模 Storage Device が不要なためコストを押さえることができ、また、ネットワークへの負荷もきわめて小さいため本学キャンパスラン上でまったく問題なく運用可能である。

今後は、一般撮影系を全面デジタル化する段階で本システムへの接続を始め、これまでのコンセプトを踏襲し画質とレスポンスをバランスしたシステムを実現する。また、データベースの整合性を高めるため Hospital Information System(HIS)と接続し、将来的には電子カルテとの連携を考慮した枠組みを検討する。加えて、現在手書き所見をスキャナー入力している読影情報をレポーティングシステムへと移行する。

結 論

われわれはアナログマイクロフィルムによる放射線画像管理に代わるものとして、分散環境下における放射線画像管理システムを構築した。システムは、モダリティからの画像を DICOM で受信し HTTP で配信する機能を持つ画像サーバを複数台設置し、統括サーバでそれら分散する画像サーバを統合化する構成とした。ユーザは Web Browser を通して統括サーバから患者検査情報を検索し、分散して存在する画像サーバから直接画像を受信し表示する。すなわち、負荷の大きな画像通信の部分を分散することでシステム全体の負荷を下げレスポンスの向上を図った。本システムの取り扱う画像は、放射線科医師または放射線技師によって調整された 8 ビット画像のため、過去画像参照用としては臨床上十分な画質を確保している。システムのレスポンスは検査検索に平均 1.0 秒、16 枚の概要観察画像表示に平均 1.5 秒と高速である。日々の検査業務では、過去の画像と所見とが容易に参照できるため適切な計画を迅速に立てることができ検査の質の向上と省力化が実現できた。読影作業においては手軽に比較読影が行えるため、思考過程を妨げることなくこれまでの診断や経過の流れを迅速につかむことができ正確で整合性のある所見の提供に大変役立っている。また、放射線科におけるカンファ

レンズは、液晶プロジェクタを用いて効率よく手軽に行われておりティーチングファイルの作成にも活用している。このようにシステムの利用が高まるにつれシステムの管理運営面の整備が必要となり、実運用システムとしての耐久性を強化する技術的手法と長期的運用への検討が必要になっている。また、現在スキャナー入力している手書きレポートをレポートングシステム化して一体化することや Hospital Information System(HIS)との連携を実現する。

謝 辞

今回のシステムを実現するに当たって大変多くの方々にお世話になったが、とくにアレイ(株)の岡野氏、横河電機(株)の富沢、日野の両氏、学内のネットワーク基盤を支えておられる本学医学情報センタ副センター長山下先生をはじめスタッフの皆様、画質の評価や使用方法について忌憚ない、しかも暖かいご意見をいただいた放射線医学教室局員の皆様ならびに放射線部技師諸兄にお礼を述べたい。

文 献

- [1] Norris PR, Dawant BM, Geissbuhler A : Web-based data integration and annotation in the intensive care unit. Proc AMIA Annu Fall Symp, 1997, pp794-798
- [2] Mascarini C, Ratib O, Trayser G et al : In-house access to PACS images and related data through World Wide Web. Eur J Radiol Jun 22 (3) : 218-220, 1996
- [3] Browning GC, Liang Y, Buckwalter KA et al : World Wide Web interface to digital imaging and communication in medicine-capable image servers. J Digit Imaging Nov 9(4) : 178-184, 1996
- [4] Samothrakakis S, Arvanitis TN, Plataniotis A et al : WWW creates new interactive 3D graphics and collaborative environments for medical research and education. Int J Med Inf Nov 47(1-2) : 69-73, 1997
- [5] Eng J : Improving the interactivity and functionality of Web-based radiology teaching files with the Java programming language. Radiographics Nov 17(6) : 1567-1574, 1997
- [6] Bellon E, Wauters J, Fernandez-Bayo : Using WWW and JAVA for image access and interactive viewing in an integrated PACS. Med Inform (Lond) Oct 22(4) : 291-300, 1997
- [7] Rodgers RP : Java and its future in biomedical computing. J Am Med Inform Assoc Sep 3(5) : 303-307, 1996
- [8] Forslund DW, Cook JL : The importance of Java and CORBA in medicine. Proc AMIA Annu Fall Symp, 1997, pp364-368

Image Management System for Integrating Distributed Servers with a Web Browser in a Radiology Department

Masato TANAKA^{*1}, Hideki UESAKA^{*1}, Yasutaka KAWAMURA^{*1},
Hiroyuki KOMURO^{*1}, Harumi ITO^{*1}, Yasushi ISHII^{*1},
Yoshiharu YONEKURA^{*2}, Norihiro SADATO^{*3}, Hisakazu OGURA^{*4}

^{*1} Department of Radiology, Fukui Medical University

^{*2} Biomedical Imaging Research, Fukui Medical University

^{*3} National Institute for Physiological Sciences

^{*4} Knowledge Representation and Processing Laboratory,
Department of Information Science, Fukui University

Sixteen years ago, we introduced a medical image management system using microfilms at the Department of Radiology of Fukui Medical University Hospital. This system is very useful for clinical education and research. However, it has some significant shortcomings,

such as a decrease in image quality, loss of microfilms, high running costs, and insufficient storage space. We have developed an electronic medical image management system based on distributed data resources which we plan to use to expend and complement our existing microfilm-based system. Medical image acquisition is performed automatically when an operator sends images to the laser imager, and the captured images are sent to a server called the Image Server using the DICOM protocol. The Image Server compresses the images using the JPEG method and prepares two types of images: a full image with the same number of pixels as the original image and an abbreviated image with one half the number of pixels. Then, the Image Server sends the attributes of the images to a Total Control Server. The Total Control Server maintains and updates an index file for searching, and integrates the distributed resources. Client computers sited at the clinical offices search the results of examination by communicating with the Total Control Server and display the images received from the respective image servers directly using a Java applet executed on a web browser. We have used this system in actual practice for 10 months and have stored 150 million full and abbreviated images (total disk volume: 12.1 GB). This electronic system is able to maintain high-speed response due to the distributed resources and the reduction in image volume, and has become indispensable in ensuring smoothly examinations and routine diagnostic work.

Key words: PACS, Distributed Resources, Java, WWW, DICOM, JPEG image
Med Tech Imag 18(2): 149-157, 2000



田中雅人(たなか まさと)

1982年京都放射線技術専門学校卒、京都大学医学部附属病院放射線部勤務、1983年福井医科大学医学部附属病院放射線部勤務、1987年(株)シルキー入社、1991年福井医科大学附属病院放射線部復職、現在に至る。医用画像解析処理、放射線画像システム開発、複雑系などの研究に従事、日本ME学会、日本放射線技術学会、日本医用画像工学会などの会員、趣味は自転車ロードレーサ。



小室裕舟(こむろ ひろゆき)

1961年金沢大学医学部附属X線技師学校卒、1965年立命館大学理工学部2部電気工学科卒、1961年京都大学医学部附属病院放射線部勤務、1982年福井医科大学医学部附属病院放射線部移官、現在に至る。放射線診療業務に就く傍ら一貫して診療放射線技術の研究に従事しており、研究分野は多岐にわたるがとくにCTにかかわる研究には遼明期より携わっている、最近ではDigital画像の視覚的評価をテーマとしている。日本放射線技術学会などの会員。



上坂秀樹(うえさか ひでき)

1984年金沢医療技術短期大学部放射線科卒、福井医科大学附属病院放射線部勤務、現在に至る。医用画像解析処理、放射線画像システム開発の研究に従事、日本放射線技術学会の会員、1998年北米放射線学会InfoRad部門においてCertificate of Merit受賞。



伊藤春海(いとう はるみ)

1968年京都大学医学部卒、1970年京都大学医学部助手、1975~1978米国ジョンズ・ホプキンス大学留学、1983年京都大学放射線部助教授を経て1999年現職の福井医科大学医学部放射線医学教室教授、専門は胸部画像診断学、北米放射線医学会、米国胸部放射線学会、日本医学放射線学会、呼吸器学会、肺癌学会、気管支学会などの会員、1984年北米放射線学会学術展示部門においてCum Laude受賞。



河村泰孝(かわむら やすたか)

1981年京都大学医学部卒、国立京都病院放射線科および麻酔科の研修医・レジデント、1989年京都大学大学院医学研究科博士課程修了、福井医科大学放射線科助手・講師を経て、1999年2月より現職の福井医科大学医学部附属病院放射線部助教授。画像診断学とくに神経放射線診断、MRI造影剤などの研究に従事。北米放射線医学会、北米神経放射線学会、国際核医学会、国際磁気共鳴医学会、日本医学放射線学会、日本磁気共鳴医学会、蘇生学会などの会員。



石井 靖(いしい やすし)

1963年京都大学大学院、1969年ウェスタン・リザーブ大学(クリーブランド)留学、1975年京都大学医学部放射線科講師、1977年京都大学核医学科助教授、1982年福井医科大学放射線医学教室教授、1999年福井医科大学名誉教授、核医学、磁気共鳴医学専門、近年電子医用画像フェイリングシステム構築にも携わる。北米放射線医学会、国際核医学会、国際磁気共鳴医学会、日本医学放射線学会、日本磁気共鳴医学会などの会員、日本放射線学会評議員、趣味は絵画。

**米倉義晴**(よねくら よしはる)

1973 年京都大学医学部卒, 京都大学医学部附属病院研修医・医員, 1980 年京都大学大学院医学研究科博士課程修了, 京都大学医学部助手, 講師, 助教授を経て, 1995 年から現職の福井医科大学高エネルギー医学研究センター教授。機能画像, 脳科学などの研究に従事。米国核医学会, 北米放射線医学会, 日本神経科学会, 日本医学放射線学会, 日本核医学会, 日本 ME 学会などの会員。

**小倉久和**(おぐら ひさかず)

1969 京大・理・物理卒。同大学院博士課程修了後, 高知医大助手, 同助教授, 福井大・工・情報工学・助教授, 同教授を経て, 現在同・知能システム工学科教授。理博。知識の表現・獲得・処理を中心に, GA, NNW, ファジイ言語, 言語表現, 医用画像理解, 医療情報処理, などの分野で研究に臨んでいる。著書「情報の論理数学入門」(近代科学社, 共著)「形式言語と有限オートマトン入門」(コロナ社), 「情報科学の基礎論への招待」(近代科学社)など。電子情報通信学会, 情報処理学会, 人工知能学会, 日本ファジイ学会, 日本医療情報学会, IEEE, ACM など各会員。

**定藤規弘**(さだとう のりひろ)

1983 年京都大学医学部卒, 1994 年京都大学大学院医学研究科博士課程修了, 福井医科大学高エネルギー医学研究センター講師, 助教授を経て, 1999 年から現職の岡崎国立共同研究機構生理学研究所教授。機能画像, 脳科学などの研究に従事。米国核医学会, 北米神経科学会, 米国神経学会, 日本神経科学会, 日本医学放射線学会, 日本核医学会などの会員。

*

*

*