



神戸大学皮膚科におけるカラー画像情報システム (Color PACS)の概要について (研究)

正井, 栄一
市橋, 正光

(Citation)

神戸大学医学部神緑会学術誌, 8:88-93

(Issue Date)

1992-06

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/81007235>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/81007235>



神戸大学皮膚科におけるカラー画像情報システム (Color PACS) の概要について

神戸大学医学部衛生学教室 正 井 栄 一
神戸大学医学部皮膚科学教室 市 橋 正 光

1. はじめに

X線写真を始めとして画像情報は診療の上で欠くことのできない情報である。現在では、モノクロームの写真としては、X線写真、CT、MRI、エコーなどがあり、カラー写真としては、マクロやミクロのスライド写真、各種内視鏡写真、眼底カメラの写真などがある。余りに多くの写真が撮影されるので、誰もがその保管に苦慮する所となっている。この状況を改善するための試みは10年以上も前から提唱されており、1982年に米国でPACS for Medical Applicationsが開催された。それ以来PACSという名称が使用されるようになった。

PACS (Picture Archiving and Communication System) の概念とはこうである。つまり、映像情報をこれまでのように、フィルムで記録するかわりに、電気信号に変換して貯蔵伝達しようとするものである。電気信号に変換された情報を蓄積し他の場所に伝達する事は、コンピュータがその能力を最も発揮するところである。そのような訳で、PACSとコンピュータとは切っても切れない関係にある。画像の入力系を除けば、PACSとはコンピュータそのものであると言っても過言ではない。もし、PACSが画像ではなくて、文字を扱うシステムであれば、余程以前にPACSは完成していたであろう。ところが、PACSは画像をその処理の対象とするシステムであるため、扱うデータの量が非常に大きい。PACSで使用するコンピュータは、メモリー、2次記憶装置、演算装置、伝達装置のいずれもが、文字を扱う場合と比較して大容量

で高速である必要がある。画像データの大きさを推定すると、例えば胸部X線写真は、縦横2000×2000の点の集まりで表し、一つの点の階調度を10ビットで表すのが適当であろうとされているが、この定義に従えば一枚のレントゲン写真が約5メガバイトにもなる。標準的なIBM互換パソコンの持つメモリーの約5倍の大きさであり、フロッピーディスクにレントゲン写真一枚をどうにか収められる程度の大きさである。大学病院程度の規模の病院で一年間に撮影されるレントゲンフィルムをデジタル化すると、1000ギガバイト (1×10^{12} バイト) にもなると言われている。如何にコンピュータの能力が優れているとは言え、このデータ量は凄まじい大きさであると言わざるを得ない。この理由から、10年前のコンピュータではPACSを実現することは非常に困難であったであろう。5年前では無理ではなくても非常に高価なものであったに違いない。幸いなことにこの5年程の間にメモリーチップも2次記憶装置 (ハードディスクなど) も信じがたい勢いで発達し、現在では個人の机の上に数十メガバイトのメインメモリーを持ち、2次記憶装置が1ギガバイトもあるパソコンが乗っていても不思議ではないような状況になってきた。実際、筆者の机には、そのようなパソコンが置いてある。PACSの実用化を経済的な面から議論した論文も幾つか見られるが¹⁾、PACSの端末、あるいは小規模のPACSのサーバーとして使用するに十分な性能を有したパソコンが国産高級乗用車の3分の1程度の値段で手に入るのであるから、PACSの

導入に関しては経済的な障壁は取り除かれたと言っても良いであろう。情報の伝達に関しても、LAN が一般的な装置となり、光ファイバーを使えば FDDI という規格を使用して 100MBPS の速度で情報の伝達が可能となってきた。これほど高速でなくても良ければ、Ethernet を使用した 10MBPS の速度のものは、同軸ケーブルと言う銅線のケーブルを用いているので非常に手軽に使用できる。この結果、情報の蓄積と伝達に関しては、PACS が普及する下地は十分に整ったと言える。

これまでに開発され、実用になった PACS の大半はモノクロの写真を対象としてきた。ところが、病院内にはカラー写真の需要も少なからず存在する。

施設	カラーフィルムの 本数 (24枚撮り) /年
加西市民病院	90
三木市民病院	65
兵庫県立加古川病院	50
西脇市民病院	93
兵庫県立成人病センター	300
大阪労災病院	137
天理よろづ相談所病院皮膚科	125
神戸大学附属病院皮膚科	292
大阪大学附属病院	792
京都大学附属病院	113
和歌山医科大学附属病院	195
奈良大学附属病院	266
徳島大学附属病院	458
近畿大学附属病院	320

表 1

例えば、各種内視鏡の写真、眼底カメラの写真、マクロやミクロの組織像の写真などである。皮膚科における患部の写真もその一つである。表 1 に示すように、皮膚科においても非常に多くのスライド患部の写真が撮影されており、その保管や管理に難渋していた。我々は、皮膚科外来診察室において画像情報をもっと有効に利用しうるシステムの開発を目的として、研究を重ねてきた。我々の目標はカラー PACS とでも

呼べるようなシステムである。図 1 に全体の構成を示す。全体は大きく三つに分けることができる。写真撮影装置、画像データベースサーバー、ディスプレイターミナルである。全体の働きを簡単に説明すると、まず患者の写真を普通の 35 ミリのカメラで撮影する代わりに TV カメラで撮影する (図 2)。

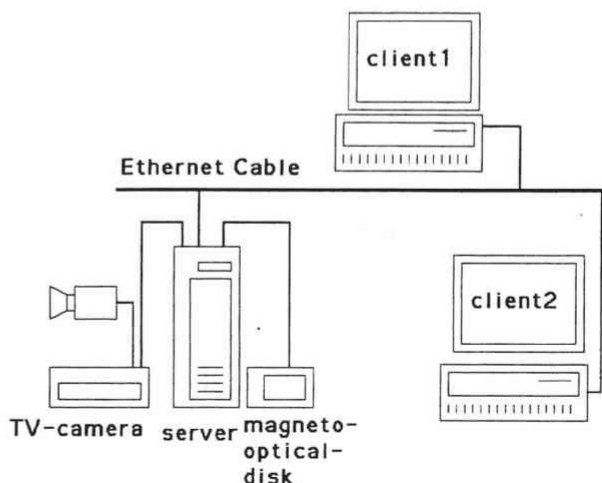


図 1



図 2

その像をフィルムに焼き付ける代わりに光ディスクに記録する（図3）。



図3

スライドビューアーで見る代わりに、コンピュータにデジタル化して取り込み、希望の端末に伝送してからCRT上で見るというわけである（図4）。

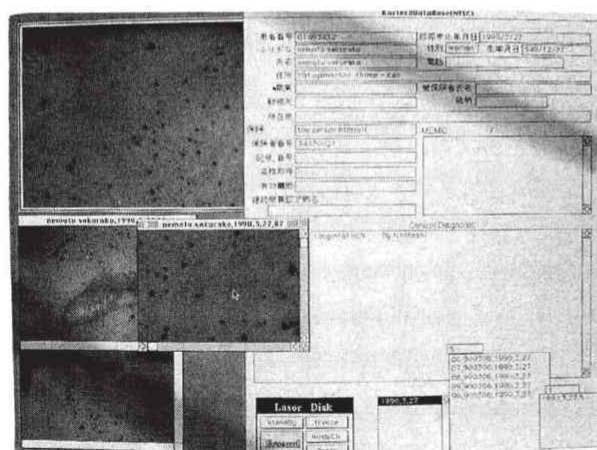


図4

2. 全体の概要

1) 写真撮影装置

日米TV規格であるNTSC規格の機器は、数多く製作されておりLOW COSTである。ところが、NTSC本来の規格では輝度信号が混合されているので、信号の帯域幅が狭く、分解能が充分でない。また、被写体の色が急激に変化する部位に色の滲み等の色ノイズが出現しやすい。NTSC規格を満たし、信号の帯域幅を十分に広く取る方法に、映像信号をRGBの三原色に分けて扱う方式がある。今回画像入力に用いたカメラは、40万画素CCD三板式でRGB出力を持つものである。カラー画像が必要な分野に内視鏡がある。現在電子内視鏡として製作されているものは、RGB出力を持つものが多い。本システムが入力部だけを切り換えると、内視鏡用のカラーPACS装置となることから、映像入力にRGB方式を用いることは妥当であると言える。以前に我々がNTSC方式で製作したシステムでは水平解像度が280本程度であった。この程度の解像度では、撮影した患部の写真は、皮膚科的使用に耐えるものは3割程であり、この方式は使用できない。今回用いたRGB方式では、水平解像度が約450本であり、少数の例外を除き、皮膚科的使用に耐えうる画像が得られると判断した。

2) 画像データベース

当初は、画像データベースとして、アナログ方式の光ディスクを用いていた。この装置もカメラ入力に合わせて、RGB入力を持つ。RGBの色信号を別々のフレームに記録し、再生時にはメモリ内で合成して映像信号を出力する方式のものである。アナログ方式であるため、画像のコピーを行うと、画質の劣化は避けられない。アナログ信号の持つ欠点にもかかわらず、この方式を用いたわけは、一枚の画像の大きさが430Kバイトにもなるからである（456ヨコ×312タテ=426,816バイト）。これを圧縮せずにデジタルで記録すると、非常に大きな容量のハードディスクが必要である。このシステムを設計した当初は、まだJPEG規格が正式に定められておらず、圧縮専用のICもプログラムも

一般的ではなかったので、アナログ記録方式を用いた。アナログ方式の光ディスクは片面で9000枚の画像を記録でき、一年間の撮影枚数に較べて十分な記録容量であると判断した。

現在は Macintosh 用に開発された QuickTime という画像圧縮用のプログラムを用いて実験的にデータ圧縮を行っている。QuickTime の持つ JPEG 圧縮方式は離散型コサイン変換 (DCT) のアルゴリズムに基づいたプログラムである。この方式は、連続色調の画像圧縮の標準化に取り組んできた JPEG (Joint Photographic Experts Group) が1988年1月に標準と定めた画像圧縮方式である²⁾。非可逆符号化であるため、復調した画像にはデータの損失があるが、我々の見解では、約10倍程度の圧縮では画像の劣化は問題とはならない。圧縮された画像データは、約40K バイトになる。記録には光磁気ディスクを用いている。片面500M バイトの記録容量があるので、1万2千枚程度の画像が記録出来る。

もし、復調時のデータ損失を避けたければ、空間予測方式の圧縮を用いればよい。Macintosh が標準で持つ PICT 形式の画像データがこの方式の圧縮を行っており、約3倍程度の圧縮を行うことができる。

3) 画像データベースサーバー装置

端末から画像データの伝送要求があると、端末から送られてきた画像のフレーム番号を用いて、光ディスクの画像を検索する。検索終了後、目的の画像のアナログ映像信号を、デジタイザ装置を用いて AD 変換 (アナログ→デジタル変換) することによりコンピュータ内のメモリーに取り込む。この画像データを AppleTalk プロトコルを用いて、端末へ伝送する。AppleTalk 中の ADSP プロトコルを用いているが、AFSP では1セッションで最大65K バイトしか伝送できない。画像データの大きさが430K バイトであるので、データを7分割して伝送している。AppleTalk では実際に伝送に関わるハードウェアとして、LocaTalk, Ethernet, Token Ring の三種類の中から選択できる。LocaTalk では230kbps, Ethernet では10Mbps, Token

Ring では4/16Mbps の伝送速度を持っている。本システムでは Ethernet を使用した。その結果、約4秒で一枚の画像データを伝送することができた。因みに LocaTalk では約30秒必要である。10倍圧縮した画像データでは約0.5秒で一枚の画像データを伝送できる。

4) 伝送路

Ethernet の規格は、使用する電線の種類により10Base5, 10Base2 と10BaseT の三種類に分類されている。10Base5では Thick-Wire という太い同軸ケーブルを用いる。10Base2では Thin Wire と呼ぶ細い同軸ケーブルを用いる。10BaseT ではツイストペアという電話線のような非常に細い撚った電線を用いるものである。同軸ケーブルを用いる方法ではバス型の配線様式を用いるが、ツイストペアを用いる方法では、ハブと呼ぶ集中配電盤を用いてスター型の配線様式となる。我々は10Base2の方式を用いた。ちなみに10Base2の10は10Mbps という意味であり、一秒間に10メガビットの信号を伝達する事を表す。Base とはベースバンドという意味であり、一種類の変調周波数を使用することを意味する。ベースバンド以外にブロードバンドがあり、ブロードバンド方式を用いれば、数種類の信号を同時に重ね合わせて送ることができる。その代わりに受取側で必要な信号を復調し取り出す装置が必要である。

5) 文字情報データベース

専門医の診断レポートを画像データと同時に記録・表示することが重要であると考えている。簡単なカードを作成し、患者の氏名、年齢、住所等の患者基本情報。更に、保険の種類、保険者番号などの保険情報。診断名や所見を書き込むことのできるカードをハイパーカードを用いて作成した。画像データが光ディスクのメディア上に記録されている番地すなわちフレーム番号をこのカード上に記録した。画像データを検索する場合には、この番号を画像データベースサーバーに送り、画像データを検索する。光ディスクのコントロール、カメラマウントのコントロール、光磁気ディスク上のファイルの検索、AppleTalk のプログラム等はC言語を用

いて XCMD の形でハイパーカードに付加した。画像の表示は、PictureXCMD を使用した。

3. 結 果

完成したシステムは

- (1) 優れたユーザーインターフェース
- (2) マルチウィンドウ表示
- (3) マルチスクリーン表示
- (4) マウスによる光ディスクコントロール
- (5) カルテデータベースと画像データベースのリンク機能
- (6) サーバー・クライアント方式のネットワーク機能

等の特徴を有する。1 昨年 3 月から 2 年間本学付属病院皮膚科外来にて試験的に運用中である。LAN にての運用は試験的なものであり、今のところは撮影室でしか患者の画像を見ることができない。つまり、診察室で患者診察中にリアルタイムで画像を見ることはできない。しかし、限定された状況であっても、初診時からの画像を一瞬の内に検索表示できるので、患者に経過の説明をする場合、正確な指摘ができ、非常に説得力がある。患者の反響は、概ね好評であり、治療の必要性や、服薬の必要性を患者がよく理解してくれる。

4. 考 察

当初は、光ディスクから画像を検索し、モニターテレビ上にただ一枚の画像を表示するだけの機能を有するものであった。同時に数枚の画像を表示できないので、画像を切り換えて見比べる必要があった。この方式では、一方の画像は頭に記憶して比較することになるので、細部を比較することは難しかった。本研究の第二段階で、画像をコンピュータに取り込んで、マルチウィンドウ表示することにより、複数の画像を同時に表示できるように改良した。同時に表示することにより、画像の比較は非常に簡単になった。その後すぐに、撮影室以外に、診察室でも画像の観察ができる方が便利であるという要求が、当然のごとく出てきた。そこで今回 LAN にて端末を接続したことにより、撮影室

以外でも画像の検索が可能になり、カラー PACS と呼べる機能を持つに至った。本システムを用いて、小規模の PACS ならば構築可能である。本システムで利用した AppleTalk プロトコルでは、一つのネットワークに 255 台のコンピュータの接続が可能である。ルーターと呼ばれる機械を介して別のネットワークに接続可能であるから、伝送時間さえ問わなければ、本方式を利用して全病院にネットワークを張り巡らせることも可能である。本システムでは、450 K バイトの画像を伝送するのに約 4 秒かかっている。大角のレントゲンフィルムはデータ量が 5 M バイト前後であるから、10 倍圧縮を用いれば一枚 5 秒以下で伝送できる。画像記録装置に関しても、光磁気ディスクのディスクチェンジャーでは、100 G バイト程度の容量であれば、胃内視鏡と同程度の価格で設置可能である。

PACS の構築の仕方に二通りある。一つは、データの一極集中管理を行い、全端末が一つのサーバーにアクセスする方式である。この方法では、巨大な記録装置と高速のサーバーが必要となる。また伝送データ量も非常に多くなるので、高速の伝送路が必要となるもう一方の考え方は、データを必要としている場所でデータを保管する方法である。これを、分散管理方式と呼ぶ。この方法では、前者程の巨大な装置を必要とはしない。設置時の初期投資もそれほど巨額にはならない。前者は、我が国の PACS の方式であり³⁾、後者は米国の UCLA などで行われている方法である⁴⁾。本システムを利用した場合も分散管理方式となる。皮膚科に入院中の患者のデータを、他科の医者が見たい場合も皆無ではないであろうが、それ程多いとは考えられない。全端末からの同一のアクセスを保証できるのは理想であろうが、オーバースペックではないかと考える。本システムのようにまず一つの診療科内で小さな PACS を構築し、それをお互いに接続してインターネットワークの通信を確保すれば、全病院レベルの PACS の構築が可能である。インターネットワークの伝送は、ネットワーク内の伝送に比較して時間がかかるが、その頻度はそれほど多くないと推定できる

ので、充分実用になると考えている。

PACS は提唱されてから久しいが、臨床医の PACS に対する評価は CT や MRI に対するものとは違う。後者が熱狂的に受入れられたのとは対照的に、PACS はむしろ敬遠されているようである⁵⁾。この理由は種々考えられるが、第一には、PACS が臨床的に何ら新しい知見を生み出さないと考えられているからである。PACS を、画像データを記録し呼び出すだけの機械と考えれば、ただ便利な装置に過ぎないかもしれない。しかし、一旦デジタル記録したデータは、複製、編集、伝送、拡大縮小、周波数強調などの画像処理等々、フィルムでは不可能なことを全て可能にする。この様な世界が何をもたらすかについて全てを予測することは難しい。文字と簡単な絵で報告される専門医の読影レポートなどは、画像と共に異常を指摘してくれれば一般の臨床医の理解が深まる。患者にも良く理解できるので、Informed Consent の理念にも良く一致する。PHDRS (Personal Health Data Recording System) と呼ばれる個人健康情報システムが提唱されているが⁶⁾、本システムのようにデジタル記録された画像は複製しても画質の劣化が無く、手軽かつ安価に複製を作成できるので、PHDRS にはそのままの形態で応用できる。

PACS の普及が遅れている第二の理由は経済的な問題である。この問題に関しては現在我が国において導入されている形である中央管理方式をやめて、分散管理方式を採用すれば、本シ

ステムで示したように導入しやすい所から導入することができ、巨額の初期投資を避けることができる。

本研究の一部は、三菱重工(株)神戸造船所との共同研究である。

文 献

1. Templeton AW, Dwyer SJ III, Johnson JA, Andersen WH, Hensley KS, Rosenthal SJ, Lee KR, Preston DF, Batnitzky S, Price HI : An on-line digital image management system. *Radiology* 152 : 321-325, 1984
2. Eric R. Hamilton : JPEG 画像圧縮アルゴリズム, インターフェース No. 160 : 247-251, 1990
3. 工藤俊彦, 入江五朗, 村守秀雄, 伊藤佐智子, 宮坂和男 : 北大病院画像情報システム (PACS) の概要について. *C&C SYSTEM REVIEW* No. 20. 71-75, 1990
4. The UCLA PACS Modules and Related Projects : A progress report. Medical Imaging Division, Department of Radiological Sciences, University of California Los Angeles 1989
5. 湊小太郎, 桜井恒太郎, 高橋隆 : 電子カルテと総合 PACS の行方, *INNERVISION* vol. 5 No. 4, 2-4, 1990
6. 池田茂人, 金子昌弘, 大山永昭 : PHD 記録システムの現状と展望, 月刊新医療10月号 : 101-106, 1988