〔第43回総会シンポジウム〕

3. PACS と規格

喜 多 紘 一

(株)東芝 那須工場

Key words: PACS, ACR-NEMA, MIPS, OSI, NETWORK

3. STANDARDIZATION FOR PACS

KOUICHI KITA

Nasu Works, Toshiba Corporation

Summary

It is important for stimulating PACS markets that a standardization of the interfaces for each component of PACS are carried out so that vendors can install own components on an individual basis.

For on-line interfaces between imaging equipment, the ACR-NEMA standards were proposed in the United States and the MIPS standards will be proposed this year in Japan. These standards have the same seven step hierarchy as the OSI reference model. The presentation layer is specialized for medical imaging use. The physical layer has a 50-pin connector with a 16-bit parallel signal transmission protocol. Communication protocols are very complex system. However, it is important for PACS designers to understand it so they can estimate boundary condition of each component.

Regarding the magnetic tape standards the JAMIC, MIPS and ACR-NEMA formats are available. The JAMIC format has actually been installed in several types of medical equipment. These formats may be selected according to the specifications of the system when it is difficult to use on-line interfaces.

Standardization is only one step in constructing a multi-vendor system. There are many differences between equipment of different vendors. Methods of connect with RIS or HIS and abilities how fast or how often the equipment can transmit image data are different. For constructing a multi-vendor system, it is important to appoint a responsible system designer who can propose such specifications to the vendors of the components.

1. はじめに

PACS のメリット・デメリットが色々議論されている。PACS がもっている従来のフィルム保管方式に比較して本質的に異なる機能は次の3点である。1) 劣化のないコピーができること。2) 離れた場所へ速く転送できること。3) 転送されたデータは返却の必要がなく自由に加工できること。

したがってこうしたフィルムで実現できないメリット

を強調したシステムから導入が始まると思われる。

PACS は現在、その第一歩としてのパイロットシステムがやっと稼動した状態である。ここ10年で、病院内で部分的に適用されるパーシャル PACS が定着し、全病院を対象とした本格的システムは、その5～6年後すなわち21世紀をむかえてからと思われる。

その理由は現状の技術では PACS の理想である「いつでも、どこでも、すぐに、好きなかたちで画像が見られること」を実現するには無理があるからである。しかし、

IC メモリー、磁気ディスク、光ディスクの容量の増大、速度の向上および価格の低下は急激で可ならず、PACS の要求性能は実現されると思われる。

その時をふまえて、現在はシステム的な試行を進めるべき時期にきている。また一部機能を限定すれば現状技術でも実用的に使用可能なシステムもある。その際、マルチベンダのシステムを構築するためには、標準化すなわち規格化が重要である。

ここでは主に、画像通信規格と磁気テープフォーマット規格の現状動向について言及する。画像通信規格については、世の中一般の OA 用機器の通信では OSI がさわがれているので、OSI の通信のプロトコルとは何かを理解していただくためにその通信プロトコルについて詳細に述べる。

光ディスクは、記録方式の標準化が進んでいるもののディスクとして、メーカー間の互換性はまだない。医用機器としてこのフォーマットの統一は今後の課題であるが、現状では規格化の動きがまだ見られないのでここではふれていない。

2. 通信機能の階層化

画像機器の間で画像を送受信するためには、お互いに通信の手順をきめておかなくてはならない。この手順のことをプロトコルと呼んでいる。

通信のプロトコルとして話題となっているものは、大型計算機同志の通信プロトコルである。IBM その他の日本のメーカー同志の計算機がお互いに接続し、情報交換を行うために、通信プロトコルの標準化が考えられている。

通信プロトコルの標準化として、ISO (international organization for standardization) の OSI (open systems interconnection: 開放型システム間相互接続) が注目を集めている。これは通信プロトコルの基本的考え方を示しているので、通信規格の標準化を理解する上で重要である。

OSI では通信の機能を 7 つに分類し、通信をモデル化している。これを ISO-OSI 参照モデルと言っている。通信プロトコルの基本機能を理解するために重要であるので若干の説明を加える。

OSI では各機能を果す部分を層 (レイヤー) と呼んでいる。それは雨水を飲料水にかえるときに、それぞれの機能をもったろ過層を通すのに似ている。

各層の名称を Fig. 1 に示す。理解しやすくするために各層の機能を手紙を例にとって説明する。アプリケーションレベルは何か伝えたいという意志を示す。

Fig. 1 ISO-OSI参照モデル

プレゼンテーション層はこの意志をきまった形式に交換する。つまり手紙の場合は最初を前略とするか、時候の挨拶を入れるか、簡条書きにするかなど、目的により形式をきめることに似ている。

セッション層は、初めて手紙を送り出したときそして最後に手紙を送るのをやめるときに書く手紙の内容に似ている。つまり、伝送の開始、終了を制御する。それから正しい相手にわたすこともセッションの役目である。

トランスポート層は、手紙を封筒に入れるのに似ている。つまり、一つの封筒に入らなければ何通かにわけたりする。また相手の宛名、自分の住所、名前を記入することにあたる。

ネットワーク層は、通信の経路を指定する。ちょうど、普通郵便、書留あるいは速達を選択するのに似ている。

データリンク層は、そのまま配送できるように、重量をはかり切手をはることにあたる。つまりデータを正確に伝送できるように体裁をととのえる。

物理層は電気的信号のやりとりを行う。手紙でいえば、トラックや鉄道での輸送にあたる。

このように通信機能を階層化することにより、以下のメリットが生まれる。

- 1) 通信の機能にもれがなくなり標準化作業がやりやすくなる。
- 2) 各層ごとに上下層のことにのみ考慮してプログラムを作成すれば良いので、プログラムが各層独立して作成できる。
- 3) 各機器の同じ層間の通信を考慮すれば良いので通信

のあやまりが少なくなる。

3. ACR-NEMA デジタル画像 通信規格

画像機器の間で画像を送受信するためのプロトコルとして ACR-NEMA デジタル画像通信規格がある。これは米国の ACR (american colleague of cardiology) と NEMA (national electrical manufactures association) が共同して作成したものである。1984年1月より作業が開始され1985年 NEMA より NO. 300—1985として正式にリリースされた、

Fig. 2 ACR-NEMA規格の接続点

この規格は Fig. 2 のように、画像機器とネットワークの間にネットワーク・インタフェース・ユニットをおくことを仮定し、画像機器とネットワーク・インタフェース・ユニット間の画像伝送プロトコルを規定している。したがって本規格はネットワークそのものの規格ではない。ACR-NEMA のプロトコルを各ネットワークの伝送プロトコルに合わせてネットワーク・インタフェース・ユニットの中で変換する。

したがってどのようなネットワークにも対応できるので、ネットワークの進歩の激しい現在では妥当な規格といえる。

ここでいう画像機器とは CT スキャナ等の画像収集システム、画像データベースおよびワークステーションなどの画像表示装置をさす。

本規格はネットワークを介さずに直接画像機器間の画像通信プロトコルとしても適用できる。たとえば、CT スキャナと画像ファイリング装置を直接接続する場合にも適用できる。

本規格は事務用の大型計算機間の通信規格として標準

化が進めつつある OSI 規格や、工業用として標準化の進みつつある MAP とは異なっている。しかしプロトコルは前項で述べた OSI 参照モデルの各層に従って階層的に定義されている。しかしトランスポート層とネットワーク層の区別はなく同一の層として定義されている。

物理層は50ピンのコネクタで、16対のデータラインと1対のパリティライン、6対の制御ライン、1対のグラウンドラインからなる。電気的特性は EIA485 規格に従う差動信号である。最高伝送速度は8メガ・バイト/秒で最低伝送速度は2バイト/秒である。

データ・リンク層はデータを正確に伝送するために何ワード伝送するか、今送っているものはデータなのかステータスなのかを示すフレーム・ディスクリプタ・ワードを先頭につけ、相手側はそれを認識しデータの制御を行う。またビットの誤りがなく正しく送られたかを示すフレーム・チェック・シーケンスのためのワードを最後尾につける。このようにデータ・リンク層では、信号をフレームとして扱い、きめられた語数を伝送することを目的としている。

トランスポート/ネットワーク層は、メッセージを2048語以下に分割して伝送する。これは、画像機器とネットワーク・インタフェース・ユニットの間にチャンネルを確立するためのコードやデータかコマンドかを識別するコードをもつパケット・ディスクリプタ・ワードを先頭にもつ。また分割されたデータが何番目のものか、最終のものかを示すワードを2番目にもつ。

トランスポート/ネットワーク層により、画像機器のパケットはネットワーク・インタフェース・ユニットに送られる。ネットワーク・インタフェース・ユニットは、使用しているネットワークのプロトコルに従って、目的のネットワーク・インタフェース・ユニットへパケットを送り、相手のネットワーク・インタフェース・ユニットは、相手の画像機器へ本規格のプロトコルで伝送する。これにより、相手の画像機器のトランスポート/ネットワーク層へパケットを伝送することができる。

セッション層は、相手の画像機器との接続開始および終了を制御する。このためには、画像機器の論理アドレス名およびネットワーク・インタフェース・ユニットのネットワークにおけるアドレスを定義しておく必要がある。

プレゼンテーション層は、実際のメッセージを伝送するための形式をととのえる役目をする。メッセージはデータエレメントの連続した集合からなる。

画像付帯情報の各項目、たとえば患者番号、氏名など

が各々データエレメントで表現される。

データエレメントは Fig. 3 に示すようにグループ番号, エレメント番号, 数値長および数値からなり, 数値長を定義することにより任意の長さの数値をおくことが可能である。

Fig. 3 データエレメントの構成

Table 1 エレメントのグループ分類

グループ番号 (Hex)	情報のタイプ	グループの内容の記述
0 0 0 0	コ マ ン ド	2つの画像機器間のエンド・ツー・エンドの通信を可能にする情報
0 0 0 8	同 定	ユーザへ画像を同定するパラメータの情報
0 0 1 0	患 者	患者に関する情報
0 0 1 8	収 集	画像収集機器および画像処理に関する情報
0 0 2 0	関 連	患者部位や他の関連する画像情報
0 0 2 8	画 像 表 示	画像をもとと同じ状態あるいは再構築するための手法に関する情報
4 0 0 0	テ キ ス ト	アスキー・テキスト
6 0 0 0 ~ 6 0 1 E (偶数)	オーバレイ	画像に付属したオーバレイ画素データに関する情報
7 F E 0	画 素 データ	画素データ

エレメントは Table 1 のようにグループ番号により項目を大分類しエレメント番号により小分類を行っている。コマンドも付帯情報も画像データも同じメッセージ形式で伝送する。

コマンドは、画像を送るのか、受信要求するのか、また検索をするなどの機能を指示する。コマンドに対する応答もコマンド・レスポンスとして同じ形式で返送される。

このように送信する場合は Fig. 4 のようにメッセージがパケットになり次にフレームになる。受信する場合はその逆である。送信の場合は、次々に何重に包装するように各層でディスクリプタ・ワードが付加されていく。受信の場合はタマネギの皮をはぐように、ディスクリプタ・ワードが各層ではがされて行く。

トランスポート/ネットワーク層で見ていると、最初に

Fig. 4 ACR-NEMAの階層化

チャンネルをオープンするプロトコルのやりとりがある。次にコマンドの送信があり、次にデータが伝送される。次に相手画像機器よりメッセージがコマンド通り伝送されたかを確認するメッセージ・レスポンスがかえされる。最後にチャンネルをクローズするプロトコルがあり一連の伝送が終了する。

このように通信プロトコルは確実な通信を行うために複雑な手順をとる。しかし日常ユーザに直接目にみえ関係するのは50ピンのコネクタぐらいである。しかし PACS のシステムを設計したり運用を検討する場合は、制約条件を把握するためにこのプロトコルを理解しておかなければならない。例えばプレゼンテーションレベルのメッセージ・フォーマットはファイル設計や画像検索機能の制約になる。

4. MIPS デジタル画像通信規格

MIPS は medical imaging processing systems の略である。通産省工業技術院の指導で MIPS 委員会が作られ標準化を検討している。本委員会は1985年から1989年までの5年間の予定で、最後は標準化案のシミュレーションとパイロットシステムの構築を計画している。

1985年は磁気テープフォーマットの標準化案を作成し

た。1986年はこの実績をもとに ACR-NEMA 案を参考にして、デジタル画像通信規格案を検討している。最終案は1987年中にまとまる予定である。

主に ACR-NEMA 案のサブセットとして位置づけ、できるだけ最低限の仕様にとどめている。しかし部位コードなど ACR-NEMA 規格では登録できないものを新たに追加したものもある。今後具体的システムを考慮し最終案にまとまる予定である。MIPS 規格は日本の事情を考慮しているので日本ではこの規格を最低要求仕様として実現することが望ましい。

5. 磁気テープフォーマット

オンラインによる画像伝送は、デジタル出力機能がないと実行できない。またソフトウェアの開発量が多いので簡単に色々な機器を接続することは現状ではむづかしい。現状で一番互換性のあるものは依然として磁気テープである。

現在各メーカーの磁気テープのフォーマットは、各機器のファイル構造を引継いでいる。したがって標準フォーマットに変換すると記録速度が落ちるのでルーチン業務ではメーカー独自のフォーマットを採用している。磁気テープで画像を交換するためにはユーザの要求により標準フォーマットが出力できることが望ましい。

現在医用磁気テープフォーマットとして提案されているものに JAMIC フォーマット, MIPS フォーマットおよび ACR-NEMA フォーマットがある。前二者は日本のもので最後は米国のものである。

JAMIC フォーマットは **Fig. 5a)** に示すようにヘッダ部と画像部で一枚の画像を記録する．ヘッダ部は **Fig. 5b)** に示すように、6 つの部分からなり、画像に付帯する情報を示す．すなわち誰の、何時撮影した、どんな画像かを表している．

Fig. 5 JAMICフォーマットの構成

Fig. 6 JAMICフォーマットの標準ヘッダ部

標準ヘッダ部は **Fig. 6** に示すように、画像のマトリックス数、1画素のビット数を示している。そのためどんなサイズの画像でも記録できる。追加情報部は、512バイトで表現しきれない情報があれば追加するもので、主に各社別の独自情報を記録する。

画像部は標準ヘッダに従って、各画素のデータを順番に記録する。再生する場合は、標準ヘッダに従って、配列しなおすことにより、画像として再生する。

画像とヘッダを EOF で区切って一組とする方法は情報処理学会で制定した標準フォーマットと同じである。また標準ヘッダ部も互換性がある。

医用としての特長は、磁気先頭にクロズドディレクトリーと最高尾にオープンディレクトリーをもうけたことである。その目的は、磁気テープに記録されている画像がどの患者のものか何枚入っているかがここを讀取っただけでわかることである。

したがってこのディレクトリー部を読みとばせば情報処理学会の標準フォーマットを再生できるプログラムで、JAMIC フォーマットの磁気テープから画像を再生することができる。

MIPS フォーマットは JAMIC フォーマットが情報処理学会の標準フォーマットとの互換性を保つためにわかりにくいことから、最低限の付帯情報を残した。ディレクトリーも簡単にした。ヘッダは **Fig. 7a**) のように簡単になっている。撮影部位、患者体位および撮影方向

画像ディレクトリ相当部	(128 バイト)
画 素 定 義 部	(24 バイト)
撮 影 位 置 情 報 部	(30 バイト)
コ メ ン ト	(320 バイト)

a) ヘッダの構成

フレームの大きさ	FX	(2 バイト)	バイナリ
	FY	(2 バイト)	
データビット数	NBIT	(1 バイト)	文 字
有効ビット数	EBIT	(1 バイト)	
予備		(1 バイト)	
濃淡階調	SCALE	(1 バイト)	
ピクセル・サイズ	X	(6 バイト)	文 字
	Y	(6 バイト)	
ピクセル単位	XU	(2 バイト)	
	YU	(2 バイト)	

b) 画素定義部

Fig. 7 MIPSフォーマットの構成

は記号で表現できる。

画素の定義も Fig. 7b) に示すように簡略化されている。ただし、ピクセル単位で X 軸、Y 軸の両方が定義できる。これにより超音波の M モードのように X 軸に時間、Y 軸に距離のような画像も記録可能となった。

JAMIC フォーマットはディレクトリー部が追加可能であるので、画像の生成ごとに 1 枚ずつ記録していくことができる。一方、MIPS フォーマットは、ディレクトリーの追加ができないので、磁気ディスクから一度に磁気テープにコピーする方式である。

ACR-NEMA フォーマットは、デジタル画像通信規格と同様に画像の付帯情報を示すヘッダ部は可変長のデータを記録できる。ディレクトリー部分は固定長で思想に一貫性がない部分もある。

JAMIC フォーマットは、日本放射線機器工業会が主要メンバとしてまとめたため JIRA フォーマットとも呼ばれ、CR 装置などに基本部分が応用されている。

機器固有の磁気テープフォーマットが公開できない場合は、その目的に合わせ、JAMIC フォーマットあるいは MIPS フォーマットを使用するとよい。

6. 標準化によりマルチベンダシステムの構築は可能か

マルチベンダシステムを構築するために、異なるメーカーの機器間のインタフェースを標準化することが最小限必要である。しかし現状の診断機器は PACS を意識していないために、外部へ画像を出力する場合、いくつかの制約をもっている。これがマルチベンダシステムの構築の際のシステム設計での制約条件になり、画像機器を機能的にランク分けする必要がある。

例えば CT スキャナを例にとると ID 番号、氏名や付帯情報を入力するのに手間がかかるので、単なるシーケンス番号で管理している施設が多い。また撮影条件、部位コードも機器のプログラム上出力できる構造になっていない機器が多い。

こうした画像の同定と付帯情報の入力に関して、診断機器から直接画像に付属して出力できる場合と RIS や HIS などの他の情報管理機器の助けを借りる必要がある場合とが考えられる。

それに加え、診断機器は計算機の性能の限度まで画像の再構成能力や画像ファイリングの能力を高めているために通信機能にわりあてて時間的余裕を持っていない機器が多い。現状では撮影をしていない昼休みか、時間外に画像を伝送するのが普通の機器の能力である。したがって今後、PACS 接続用の診断機器が開発されるべきである。その際でも、画像を再構成後すぐデータベース側へ伝送するのか、まとめておくのか、データベースの要求によって伝送するのか、すべての機能を持つ必要があるかによって診断機器側の開発コストも変わってくる。

また ACR-NEMA 規格にしろ、それを日本版にした MIPS 規格にしろ最低限の規格である。特にデータベース検索機能は十分とはいえない。また画像付帯情報は可変長のため固定領域に表示する場合十分な情報が表示できるとはかぎらない。その上各メーカー独自の情報も付加できるので付帯情報は色々なパラエティーに富んだものになる。

以上のような 3 点、すなわち、画像の同定と付帯情報の入力、画像の伝送のタイミングおよび ACR-NEMA 規格への追加による多様性によってもシステム構築の方法が異なってくる。各メーカーがシステムに独自性を出すためには、自メーカー機器間は独自プロトコルで行い他社間では標準プロトコルで行うのが能率的かもしれない。

PACS を構築する場合、システム設計責任者がいて、各メーカーへこうした点を考慮した仕様を出す形が望まし

〔第43回総会シンポジウム〕 3. PACS と規格（喜多）

い。単に、標準インタフェース仕様のみをもった機器を注文してつなぎ合わせても、画像はいつか伝送されてくるだろうが、とても運用上耐えられないものになる可能性が十分ある。

それにしても、インタフェースの標準化案の制定は PACS の第一歩であることは間違いない。今後、MIPS 委員会では MIPS 規格の具体化方法のガイドラインの検討、規格適合試験の検討を計画している。この活動を通じ、各メーカーが歩みより標準化されたインタフェースが実現され、マルチベンダシステムが可能になることを期待している。

文 献

- 1) ACR-NEMA : Digital Imaging and Communications. ACR-NEMA STANDARDS PUBLICATION/NO. 300-1985.
- 2) 医用画像処理システム委員会：ACR-NEMA デジタル画像と通信規格。日本放射線工業会，(1986)。
- 3) 「医用機器関連工業会連絡会の設置及び運営」報告書。日本放射線機器工業会，p. 10～20，昭和58年4月。
- 4) 「医用画像処理システムの標準化に関する調査研究」委託成果報告書。日本放射線機器工業会，p. 28～42，昭和61年4月。