

画像処理の標準化について

東京大学生産技術研究所

尾上守夫

1. まえがき

X線像、RI像、超音波像、内視鏡像、顕微鏡像など医学における画像情報の重要性については改めて言うまでもないであろう。従来、その処理は目視によることが多く、しにがって画像データの蓄積は一部RI像などプロットによるものを除いてほとんど写真によっている。しかもX線像などに代表されるように、その寸法も大型のものも多く保管、検索、借出等に不便を感じていた。そのため、35 mmフィルムによるアパーチュア・カードやマイクロ・フィルムの使用がはじまっているが、その画質は充分でなく、原データには代り得ない。原データ採取および保存ファイルとしてのVTRの利用も一部には始まっているが、画質、再現性、保存性に問題がある。以上のように、画像のアナログ的な蓄積には多くの限界が感じられるようになってきている。

一方、医用画像の処理自体についてもその自動化に対する強い社会的要請がある。その背景としてオーストラリアに予防医学、環境医学の進展に伴って処理すべき画像の量が飛躍的に増大してきたことがあげられる。集団検診や人間ドックにおけるX線像や血液像の検査、あるいは公害、放射線障害などによる染色体異常の検査などがその例である。オーストラリアの背景として医師および熟練技術者の不足、そして大量のデータからごく僅かな異常を見出すスクリーニング的な仕事は人間にあまり負っていない事があげられる。

画像情報処理の技術には光学、写真、ビデオ技術などによるアナログ方式と電子計算機によるデジタル方式とがある。後者は精度、再現性、融通性などの点で前者に勝っているが、画像のもつ膨大な情報量に対する記憶容量、演算時間の点で問題があった。

幸いにICやLSIの進歩に支えられてデジタル記憶および演算のコストはこのインフレーションの世の中にあっても急速に低下しつつあり、デジタル画像処理は研究開発の段階から真の实用段階に飛躍する時がすでに満ちていると言つてよい。計算機トモグラフィおよび白血球の自動分類はその劇的な成功例である。染色体のカリオタイプング、細胞診なども実用に近づいている。これらに刺激されて医学のあらゆる分野でデジタル画像処理の導入が一斉に始まろうとしている。

デジタル処理の一つの特長はその汎用性にある。計算機やディスプレイなどのハードウェアおよび縁辺検出などのソフトウェアはどの分野でも共通である。従つて研究の重複、繰返しをさけ、効率的な進展をはかるためには研究者間の密接な連絡討議が必要である。規格化、標準化はそのための基礎として必要である。

デジタル画像データおよびアルゴリズムは複製、保存、輸送等によって劣化しない。しにがって国内は勿論、国際的交流に理想的な媒体である。それは研究のみならず診断基準の統一や医学教育にも大きなインパクトを与えるであろう。この際の互換性と確保するためにも標準化は必要である。

画像処理の標準化は他の分野においても同じ様に必要である。しかし医用画像の分野では次の様な理由でとくに緊急と考えられる。

- (1) デジタル画像処理の実用化は医用の各分野で最も早く行われている。
 - (2) 冒頭に述べた様な社会的要請がある。
 - (3) データ源が多種多様である。これはデジタル画像処理のもう一つの大きな分野である。人工衛星によるリモートセンシングにおいてデータ源が少数に限られているのと対照的である。
 - (4) 医学データは長期間保存し、検索を行う必要がある。
- 以上の点にかんがみて、本稿では最近の標準化の動向を紹介する。

2. 標準化の項目

表1に標準化を考えていくのが望ましい項目を列記した。その内容について若干ふれよう。

(1) 用語

共通の基盤に立つて討議するためには用語の標準化は是非必要である。

(2) データ・フォーマット

画像データは膨大になるので、蓄積・交換には磁気テープ・ディスクが主流で、紙テープ・カードは補助的になるであろう。とりわけ互換性のよい磁気テープのフォーマットの標準化は緊急を要する。これについては後述のSIDBA MT76の採用をすすめるべきである。

計算機内のフォーマットも後述の標準アルゴリズムとの関連でやはり標準化されていくことが望ましい。

(3) 入出力機器の性能

用語に関連するが、性能の表示方法は明確に定義されなければならない。またその性能を評価する測定方法も定めなければならない。これらは撮像管、ディスプレイなどについては既に古くから多くの蓄積がある。しかしデジタル処理を前提とした時には、改めて見直す必要がある。例えばアナログ系の評価によく使われる黒白の格子などは標準化定理との関係でデジタル系の評価には必ずしも最適とは言えない。前者の空間同波数が広い範囲にわたっているのに対して、後者は帯域制限の条件の下に成立しているからである。

画像入出力機器にはいろいろな調節用つまみがある。それらの設定条件をまちごぼれがないように記録することも大切である。そのためにはメニュー・リストのようなものがあれば便利であろう。更に一歩すすめれば、入力機器においては設定条件がデジタルに読み込まれ、出力機器においては計算機が指定した条件に設定されるよりリモート・コントロールの機能が備わっていくことが望ましい。

(4) 標準画像

入力装置の性能評価のためのテストパターン・ファントム、出力装置の評価のためのデジタル画像、更に各種アルゴリズムの比較、評価用の画像などが必要で、これらを総称してここでは標準画像と呼んでいる。

厳密な意味で最適な標準画像を定めることは難しいし、また応用分野によってそれを異ってくるものと思われる。しかし、各人が同じデータを用いてみるといっただけでも定量的な相互比較、互換性の確保のために有意義であろう。その観点に立つた標準画像の収集が始まっている。

更に診断のための症例の訓練セットのようなものも整備されていくことが望ましいが、これはむしろ各専門分野におけるデータベースとして建設されていくものと思われる。

(5) ソフトウェア

画像処理のソフトウェアは共通的なものが少ない。したがってある処理システムから他の処理システムに簡単に移植が可能ないわゆる portable software package ができれば有用であろう。それは他との交換に便利だということだけでなく自己のシステムの拡張や更新の際にも役立つであろう。その際、演算速度や効率の低下は避けられないが、ソフトウェア開発の手間との見合になる。

異種計算機間の移植となると語長、記憶容量、命令の種類、FFTなどの専用演算装置、OSなどの相違によって必ずしも用意でない。画像処理、とくに対話型処理で重要な入出力においてその困難は著しい。まだデータが膨大であるから高速記憶と補助記憶との間の転送およびファイル管理も重要であるが移植しにくい。データ構造をきめてマクロ命令で対処していくことになる。

これに対して表2に示したような演算アルゴリズムは移植しやすい。しかしこの場合でも、データフォーマットと転送の問題はかかってくる。表3の認識判断のアルゴリズムも同様である。診断のアルゴリズムになると、これは各専門分野のデータベースにゆだねるべきであろう。

以上のような個々のプログラムはいわばメニューである。MTF補正による画質の改善などよく出てくる目的には、それを定食にくんだマクロ命令的なものもあると便利である。

言語としては、普及度からみてさしあたってはFORTRAN によるのが得ない。計算機に依存する部分と独立な部分とが明確に書き分けてあり、また読み易く書いてあれば移植をたえん人手によって行うにしても便利であろう。

(6) データベース

医用画像のデータベースは病院情報システムの一環として考えてゆかねばならない。それには文字による記述、数値情報と画像情報をどう組合せてゆくかが大きな課題である。その際画像の内容、構造の記述、分類が是非必要である。

3. 標準化の動向

情報処理学会イメージプロセッシング研究連絡会では、以上のような標準化の検討を始めている。その結果、磁気テープのデータ・フォーマットとしてSIDBA MT76 を制定した。⁽¹⁾これは通産省のパターン認識の大型プロジェクトに関連して電研研で使用しているものをベースにして拡張および変更を追加したものである。十分な般用性を揃えているものと信じている。広く使用していただければ幸いである。

また標準画像に関しては、まずいろいろな種類の画像をできるだけ集めた depository をつくろうとしている。多くの方の御協力により、現在100位の画像が集まっている。これを上記のフォーマットに編集し直して希望者に配布する態勢をつくりつつある。文部省関係では、特定研究「情報システムの形成過程と学術情報の組織化」の画像クラスターを通じて配布が始まっている。

標準ソフトウェアについても検討を始めたとのことである。

海外では、IEEE Computer Society に Pattern Recognition Data Bases があって、約9種類のデータがある。しかしこれは純然たる depository であって、フォーマットはばらばらである。また内容も印刷および手書文字が大部分であり、また音声のアナログ記録なども含まれている。

同学会内の Machine Intelligence and Pattern Analysis Technical Committee,

Biomedical Pattern Recognition Subcommittee では、Task force on data bases and portable software があり、そのデータベースの仕様を起草しつつあり、磁気テープ・フォーマットなどについてもごく簡単な記述がある。

NIH は Mayo Foundation に対して計算機トモグラフィのデータベースの研究費を出しており、磁気テープ・フォーマットについての案が出ている。NSF は Rosenfeld, Freeman 等に Portable software package の研究費を出している。

各特定分野においてもデータベース建設の動きがあり、標準化の必要性が痛切に感じられるようになってきている。これにたいして、NBS, IEEE, EIA, ACM が共同して Workshop on standards for image pattern recognition を (1976, 6, 3-4) に開いている。その討議の題目は次の様であった。

- (1) standard tape formats
- (2) Documentation of the recording environment
- (3) Prototype images
- (4) Image Content structure

何が決まるということまで行かないであろうである。

NATO では、画像用に RS4-4 フォーマットをきめている。

国際的な回送実験のために Picture Coding Symposium (TV), CCITT (ファクシミリ), IAEA (シンチグラフ) などがデジタル画像を配布している。

日米セミナー「医用画像のデジタル処理」(1975, 11) ではデータおよびアルゴリズムの交流に関してワークショップがもたれ、そのような交流を行うための積極的な意志を示した方が多くあった。その具体化を検討中である。

4. 結言

デジタル画像処理が社会のあらゆる分野で急速に実用化されようとしている現在、その標準化について社会的要請がある。とくに実用化の先行している医用画像においてその必要性が高い。標準化の望ましい項目は広い範囲にわたっているが、これらを網羅的にまた完全を期して行うことは不可能である。優先順位をつけて進むところからやっていくことが実際的であろう。標準化のかなりの部分は約束事である。そして早く決めれば、それだけ重複も無駄も省けて効率が高い。

ここで紹介した標準化では大型のデータベースの建設は意図していない。それらは各専門分野毎に作られていくと思われるからである。しかしここで指摘したような標準化への配慮なくしては各データベース間の交流あるいはその統合は極めて困難になるであろう。大方の御協力により、我が国の、そして国際的な標準化が円滑に進むことを願うものである。

文献 (1) 標準画像データフォーマット
IP 9-1 (1976, 11, 16)

表1. 標準化の項目

用語	データフォーマット	入出力機器	標準画像	ソフトウェア	データベース
	磁気テープ ディスク 紙テープ カード 計算機内	性能表示 性能評価 設定条件 の記述	入力評価用 出力評価用 アルゴリズム 評価用 症例	入出力 ファイル管理 演算アルゴリズム 認識判断アルゴリズム	記述

表2. 演算アルゴリズム

生成	線図形、文字、塗りつぶし、乱数、消去、編集
点操作	階調補正、階調等化、色彩、偽カラー、擬カラー、等高線、 1311値
幾何学的処理	抽出、搜入、補間、再標本化、回転、移動、反転、拡大、縮小、地図変換、
画像間演算	加算、減算、乗算、比、論理演算、相関、重ね合せ、SSDA
変換	FFT, HT, KLT, Slaut, DCT, フレネル、
近傍処理	ににみ込み(フィルタ)、方向微分、ラプラスアン、
計測	孤立点除去、最大、最小 長さ、周長、面積、体積、角度、
統計	ヒストグラム、平均、重心、バリエーション、コバリエーション、 エントロピー、クラスター、テキストチャ、主軸、
立体処理	透視図、ステレオ対、隠線消去、断面、陰影、

表3. 認識・判断アルゴリズム

線抽出	c値化、縁辺検出、線辺化、連結、線追跡、骨格線、 p-0 変換、
特徴点抽出	端点、屈折点、交点、
テクスチャ解析	領域分割、
クラスタリング	距離、写像変換、