

パーソナルコンピュータによる CT 画像データの解析と 医用画像教育への応用について

川崎医療短期大学 放射線技術科 川崎医科大学附属病院 中央放射線部*

板谷 道信 天野 貴司 *前崎 誠志 *横林 常夫 *石井 幸志
日地 啓夫 梶原 康正 西村 明久 西下 創一

(平成 3 年 8 月 26 日受理)

An Analysis of CT Image Data and its Application to Education of Medical Imaging with Personal Computer

Michinobu ITAYA, Takashi Amano, Seiji MAESAKI*,
Tsuneo YOKOBAYASHI*, Koushi ISHII*, Hiroo HIJI,
Yasumasa KAJIHARA, Akihisa NISHIMURA and Soichi NISHISHITA

Department of Radiological Technology, Kawasaki College of Allied Health Professions

**Department of Radiology, Kawasaki Medical School Hospital*

Kurashiki, Okayama 701-01, Japan

(Received on Aug. 26, 1991)

Key words : コンピュータ・トモグラフィ, パーソナルコンピュータ,
8 インチフロッピーディスク, 医用画像教育

概 要

コンピュータ・トモグラフィ (CT) は近年急速に普及してきており, その有用性は広く認められているところである。しかしながら, 画像記録の方法に関しては, 各社で独自の方式を採用しており, 汎用性のある画像処理を実施する場合には数多くの障害が存在する。最近では PACS を配慮した CT 装置も出現しているが, PACS の普及が進んでいない現状では, 多くを期待できない。今回, パーソナルコンピュータ (パソコン) を使用し, 多くの CT 装置で標準装備の 8 インチフロッピーディスクを解析し, 画像処理の基礎的検討と画像教育への応用を試みたので報告する。

はじめに

CT 装置の画像データの記録保存にはフロッピーディスク (以下 FD) が多く用いられている。しかし, 各社で記録方式が異なり FD を媒体とした画像処理は各社で互換性がない状態である。ただし, 各社で使用している 8 インチ FD は IBM フォーマットに準拠しているため, パソコンでデータの読み出しと解析及び書き込みが可能である^{1),2),3)}。そこで, 今回は川崎医科大学附属病院に設置の GE 社製の CT-9000 の画像データを解析し, MS-DOS 上へのデータファイル変換

と各社の画像データを共通に取り扱うための記録方式の検討及び学生教育用の基本的な画像処理プログラムを開発した。

使用機器と使用言語

CT 装置

CT-9000 GE 社製頭部専用 CT

使用機器

PC-9801UV21 16ビットパソコン NEC 製

PC-845N

14インチカラーディスプレイ NEC 製

Cubic C 8 W 8" FD ユニット 緑電子製

使用 OS 及び言語

MS-DOS Ver. 3.1	マイクロソフト
Quick C Ver. 2.0	マイクロソフト

方 法

1. 画像データの解析

CT 装置の FD への画像記録方式としては、標準モードと3から4倍以上の圧縮を行う圧縮モードとがある^{4),5)}。今回は、標準モードのみを対象とした。データ解析の順序としては、1セクタ256バイト毎の16進ダンプとキャラクタ表示、これを10進数に変換しCT値の確認。任意のセクタを対象としたCT値のプロフィール表示、この段階でCT画像データのマトリックスサイズが判明するので、ほぼ画像データの解析が完了する。

今回の解析で判明した点は、フロッピーの先頭部に全画像データのパラメータ等の記録、各CT 1スライスに相当するデータの先頭部には改めて各パラメータを2セクタ記録、CT 画像はマトリックスサイズ320×320であり、各マトリックスは2バイトのデータで構成、2.5セクタで横方向320マトリックスを表示、1枚の8"FDに約5スライスのデータが記録されているということである。

2. 画像データの MS-DOS 上へのファイル変換

画像データの読み取りについては、8"FDから直接行えるが、パソコンで処理するには再利用を考慮し、MS-DOS 上のファイルに変換した方がよい。今回は、バイナリモードによるファイル変換プログラムを開発した。原則として、1枚のCT画像を1ファイルに変換するように設計した。バイナリモードでの変換は、一旦パソコンで処理した結果を再度8"FDへ戻す際に便利であり、8"FDの記録形式を忠実に再現している。ただし、MS-DOSの1セクタは1024バイトで構成されているので、8"FDの4セクタをMS-DOSの1セクタに記録することになる。

3. 汎用記録フォーマットの設計

各社のCT装置からの画像データの取り込みを考慮した場合、できればMS-DOS上で共通の記録フォーマットを設計し、3.2で述べたファイル化はこの様式で行えば、画像処理も容易に

行なえ、各施設間でCT画像データの共有化や画像処理プログラムの効率的な開発が可能となる。ファイル構造については、UNIXのファイル構造を参考にできる限り単純にすべく、マトリックスデータの連続的な記録ファイルと、患者氏名や撮影条件を記録した付帯情報記録ファイルに大きく分けた。CT値はその定義より最大2000という範囲の値を取るもので、理論上12ビット即ち1.5バイトで1マトリックスデータを記録できるが他の画像処理装置との共通性を考慮し、1マトリックス当り2バイトになるように設計した。今回は、患者情報などの付帯情報記録は、別のファイルにするとということにとどめ、直接取り扱っていない。この記録方式を統一することで異なった装置で記録したCTデータを画一的に取り扱うことができる。

4. 簡易画像処理プログラムの開発

上記3. 1から3. 3までを踏まえ、放射線技術科の学生に対してCT画像の記録原理と画像処理の基礎的な理解を深める目的で、任意CT画像の白黒及びカラーで16階調処理のプログラムと、マウスによって指定した2点間を対角線とする矩形内のCT値をファイルとして取り出すプログラムを開発した^{6),7)}。

一般にCT検査の結果はX線フィルム上に記録され、画像診断される。その際CT値そのものはフロッピー上に記録されるが、X線フィルムに露光のときウィンドウレベルなどの設定は操作者に任されており、通常白黒16階調の濃淡でX線フィルムに露光される。この点についてパソコンでは、ウィンドウレベルの設定、ウィンドウ幅の設定、各ウィンドウレベルへのカラーの対応などについて、柔軟な対応が可能である。しかし、今回はウィンドウ幅を単純に14等分し配色は固定した。

以上に述べた点を、取り扱うファイルを中心にまとめると、図1のようになる。この中で中心となるのは、3.3で述べた汎用記録フォーマットである。最終的に、開発したプログラムは5本になる。

結 果

1. 画像データの解析

リスト1にCT-9000専用8"FDの1セクタ

分の16進ダンプを示す。このままでは直感的に把握しにくいので、同一セクタを数値に変換したものをリスト2に示す。これからわかるように、1つのCT値はFD上で2バイトのデータとして記録されており、CT値+1000が数値として記録されていることがわかる。従って、CT値の0は記録上1000という値になっている。以下CT値の表示は、最終的な解析が終了していないので、FDに記録されている値そのものを用いることにした。

2. 簡易画像処理プログラム

FD上でのCT値がどのように記録されているか判明したので、パソコン上にCTの画像を表示するプログラムを、白黒16階調表示とカラー16色表示の2種類について開発した。白黒16階調については、各階調のウィンドウレベルは等間隔とした。写真1に例を示す。また、カラー16色表示についてはCT値の高いものを暖色に、低いものを寒色に設定した。この配色は便宜上であって、4,096色から任意の16色を選べる。写真2に例を示す。

考 察

1. 今回の処理結果について

CT画像データのFDへの記録方法については、各社で統一性がなく今回設計した汎用記録フォーマットへ変換するためのプログラムは、各社の記録方式に合わせて各々開発する必要がある。今回は、GE社製のCT装置に付属のFDについては変換プログラムを開発したが、いわゆる標準フォーマットで記録されたデータについては、各社の様式についてはあまり大きな差異はないと思われるので、今後各社のCT装置に対応するプログラムを開発して行きたい。その際の解析の手順は、今回のプロトコルで対処できると思われる。

汎用記録フォーマットに変換した画像データは、これを基に各種の画像処理プログラムを開発して、処理できるようになる。MRIをはじめ超音波やDASという各種方式の画像を総合的にPACSのように取り扱うには、今回設計したデータ構造で十分対応できる。この点についてはすでにMRIと核医学の画像処理機器の画像データの解析にも着手しており、見通しがつい

ている。

今回は上で述べた汎用記録フォーマットを利用し、最も基礎的なCT画像をパソコンのCRTディスプレイ上へ表示することができた。さらに、画像情報処理教育用という観点で、各種のプログラムを開発することができることがわかった。今後は、高度に発達した画像情報処理機器の各種処理機能をできる限り機能を落さずにパソコン上で実現すべくプログラムの開発に努める必要がある。

2. 今後の問題点

2.1 MS-DOSパソコン上で画像データの取扱について

MS-DOSはユーザメモリとして640KBを利用できる。しかし、この中に画像処理プログラムや画像データを乗せるには、技術的な問題点がある。それは、今回使用したパソコンはCPUがインテルの8086系であるため、画像データを処理するのに用いる配列が1種類につき64KBしか取れないためプログラムが複雑になる点である。この点に関しては、QCのメモリモデルでヒュージモデルを採用すれば良いがプログラムサイズが大きくなる上、処理速度が大きくなる上、処理速度が大幅に低下する事は、避けられない^{8),9)}。これを回避するにはプログラムをコンパクトにするため、メモリモデルにコンパクトモデルを採用し、画像データの配列を64KB以下で複数用意し、ポインタで処理するようにすれば良い。これについては、現在検討中である。別の対応方法としては、CPUとしてリニアなメモリ空間を持つ、モトローラの68000系を使用しているアップル社のパソコンなどの利用が考えられる^{10),11),12)}。また最近PC98系のパソコンでもEMSメモリが普及してきているので、一度に大量のデータを処理するネックがやや緩和されてきている。しかし、技術的な画をぬきにすれば、CT画像データの様式を規格化することで、プログラムの機種依存性を少なくすることが可能になる。将来CT画像データのマトリックスサイズが1024×1024あるいは2048×2048といった今よりもより大記憶容量を必要とする時代がくるであろうが、データ構造とプログラムのアルゴリズムは、十分対応できるものと考え

2.2 圧縮ファイルの解析について

一般に、CT の画像データは非圧縮モードで、1枚の8インチFDに4から5枚のスライスデータしか入らないので、日常の診療業務においては、圧縮モードでの画像データの記録が一般的である。今回は、圧縮モードの8インチFDには対応していないので、今後はこの圧縮モードにも対応して行く必要があり、現在、解析検討中である。

2.3 CRT ディスプレイについて

今回使用のパソコンは国内で標準的な NEC 社製で、CRT 画面のマトリックスサイズは、縦400×横640である。GE 社の CT-9000は画像のマトリックスサイズが縦320横320であり、最大 CT 画像を2枚 CRT 上に表示できる。しかし、現在 CT の画像マトリックスサイズは512×512や1024×1024が主流であり、CRT で表示できない場合がある。この点は、物理的な制約であり、画像の部分的な表示を行なうことで対処するなどの方法しかない。世界的に見れば、パソコンの標準機である IBM の PC/AT などを使用すれば、VGA カードで640×480、SVGA でそれ以上のマトリックスサイズの CRT ディスプレイを使用でき、CT 画像の高画素化に十分対応できる。

2.4 カラー16階調について

前述した CRT のマトリックスサイズとも関連するが、現在のパソコンの標準の表示カラーは白黒を含めて、16色である。一方、CT の白黒の階調は16階調以上であり、表示色が不足する場合が考えられる。解決方法としては、表示できるカラーを256色持った機種を使用するか、ウィンドウレベルの設定を二回以上に分け、擬似的に対応する方法しかないと思われる。

2.5 処理速度について

一般に、パソコンで表示できる CRT マトリックスサイズとカラーは増加すればするほど、CPU に多大の負担を掛け、処理速度の低下と必要とするメモリの増加を招く。これを解決するには、より高速の処理速度と大容量のメモリを持つ32ビットパソコンや UNIX マシンやワーク

ステーションの導入が必要となるであろう。

結 語

CT データフロッピーの解析結果をもとに、パソコンで容易に医用画像の処理が行えることが判明した。今後は、学生教育の立場から、汎用記録フォーマットをもとに多種多様なプログラムの開発を行なう予定である。

なお、今回の研究に関して、8インチFDの解析は、著者らが独自に行ったものであり、GE社とはなんら関係のないことを付記しておく。

文 献

- 1) 坪根治廣, 野瀬佳正: 人工衛星データの画像処理, インターフェース, **16**(8), 221~232, (1990)
- 2) 上田幸介, 吉本政弘, 川上寿昭: パーソナルコンピュータによる CT 画像データ (東芝 TCT-70A) の読み取りについて, 日放技学誌, **43**(6), 690~693, (1987)
- 3) 橋本幹男: 医用画像教育システムの一例, 岐阜医療短期大学紀要, **3**, 49~52, (1987)
- 4) 安藤 裕: 診断面からの処理と圧縮の考察, IN-NEVISION (5・4), 26~31, (1990)
- 5) 寺江 聡: 北大 PACS での処理と圧縮, IN-NEVISION (5・4), 32~34, (1990)
- 6) 河西朝雄: Ver. 5.1 Microsoft C 初級プログラミング入門[上], 技術評論社, 平成元年2月1日初版
- 7) 河西朝雄: Ver. 5.1 Microsoft C 初級プログラミング入門[下], 技術評論社, 平成元年3月5日初版
- 8) 河西朝雄: Ver. 2.0 Quick C 初級プログラミング入門[上], 技術評論社, 平成3年2月1日初版
- 9) 河西朝雄: Ver. 2.0 Quick C 初級プログラミング入門[下], 技術評論社, 平成3年3月10日初版
- 10) 伴野辰雄: MAC の画像医学への応用その1: 画像入力について, 映像情報(M), **23**(2), 71~75, (1991)
- 11) 伴野辰雄: MAC の画像医学への応用その2: 画像処理ならびに画像出力について, 映像情報(M), **23**(4), 223~226, (1991)
- 12) 伴野辰雄: MAC の画像医学への応用その3: 画像処理のアプリケーションについて, 映像情報(M), **23**(7), 357~361, (1991)

