腎癌アナログ画像のデジタル化解析の試み

東京都立墨東病院泌尿器科

三方 律治 今尾 貞夫 堀内大太郎 田中 良典*

A TRIAL OF DIGITIZATION AND DIGITAL ANALYSIS FROM ANALOGUE CLINICAL IMAGES OF THE RENAL CANCER

Noriharu Mikata, Sadao Imao, Yoshinori Tanaka and Daitaro Horiuchi

Department of Urology, Tokyo Metropolitan Bokutoh Hospital

The advancement in image diagnostic methods has been great in recent years and image diagnosis has become indispensable for the diagnosis of renal and other cancers. However, the clinical images are fixed and recorded on film as analog images for storage and the expansion of storage space, the poor efficiency in arrangement and control and the inconvenience of transfer have become big problems. Digitization of the clinical images offers the advantages of solving these problems and of allowing a variety of image analyses to be made easily. The tendency is for the digitization of all images for medical use in the near future.

We applied a handy image analysis system (Shonic GA) using a personal computer as the mainframe and tried to digitize the analog images of a pyelogram, DSA, ultrasonogram, and X-ray CT of renal carcinoma for digital analysis. The results were displayed.

This system is handy and easy to operate and thus is useful for the purposes of understanding and gaining experience in digitization and digital analyses of images for medical use.

要旨: Computed Radiography や Picture Archiving & Communication System の開発普及に伴って腎癌の臨床画像も総てデジタル化されて、その記録, 保管, 転送及びデジタル解析が行われる趨勢にある。しかしながら、医用画像のデジタル化やデジタル解析ということ自体が一般臨床医には馴染みにくい問題である。今回我々は、パーソナルコンピュータを本体とした、簡便な画像解析装置を応用して、腎癌の各種アナログ画像をデジタル化し、デジタル解析を試みて、その結果を供覧する。腎癌のアナログ画像のデジタル化とデジタル解析について理解し慣熟する目的には、この様な画像解析装置は有用性が高いと思われる。

緒 言

保存空間の狭小化, 管理整理の効率化, 転送の簡便さ, および多様な画像解析の容易さという利点から、臨床画像のデジタル化が推進されている。さらに Computed Radiography (以下 CR と略) や Picture Archiving & Communication System (以下 PACS と略) の開発普及により腎癌の総ての臨床画像はデジタル化に向かう趨勢にある。しかしながら、一般臨床医にとっては、画像のデジタル化やデジタル解析について、理解し慣熟するのは容易とはいえない。

パーソナルコンピュータを本体とする。簡便な画像

解析装置である Shonic GA[®] (昭和電工) を応用して、腎癌の各種アナログ画像をデジタル化した。さらに内臓するプログラムによってデジタル解析を試み、臨床画像のデジタル化とデジタル解析についての理解と慣熟に有用か否かを検討した。デジタル解析の結果を供覧するとともに、腎癌医用画像のデジタル化とデジタル解析とを理解し慣熟するためには、この様な簡便な解析装置は有用性が高いと考える。

I. Shonic GA について

まず本研究に應用した画像解析システムについて略述する。Shonic GA はパーソナルコンピュータ (PC9801: 日本電気) を本体とし、XY プロッターの駆動装置に取り付けた光センサーで資料の濃淡を自動的

* 現在国立がんセンター泌尿器科

図1 Shonic GA のシステム構成図（原図は河村緋紗氏作“鳥”）。

に読み取るシステムである。読み取られた濃淡はコンピュータで記録解析され、CRT（cathode-ray tube）ディスプレイに出力される（図1）。

読み取りの最小ステップは0.1mmであり、読み取るデータ（画素）数は縦100×横100の10,000画素である。検出信号は1点毎に1/4096の分解能でアナログ・デジタル変換され、濃淡は256（ 2^8 ）段階で処理される。10,000データの読み取りには約12分を要する。

またこのシステムには、アナログ・デジタル変換及びデータの入力の外に、濃淡を10段階のグレースケールで表示する二次元濃淡画像出力、任意の濃淡を選択的に表示する二値化画像処理、濃淡を立体的に表示する三次元濃淡画像出力、濃淡を6段階のカラーで表示する二次元カラー画像出力、データ出力、濃淡ヒストグラム出力、データ変更処理のプログラムを内蔵している。

方 法

腎癌画像のうち、フィルムに固定し、アナログ画像となっている。腎盂造影像、DSA(Digital Subtraction Angiography)画像¹⁾、超音波画像及びX線CT画像を利用した。各アナログ画像をXYプロッター上におき、画像の任意の範囲を光センサーで走査してアナログ・デジタル変換を行った。デジタル化されたデータはただちにフロッピーディスクに記憶させるか、一度デジタル解析を行った後にディスクに記憶させた。ディスクに記憶されたデータをパーソナルコンピュータに入力して内蔵するプログラムで各種のデジタル解析を行い、CRTディスプレイに描出させ、必要に応じてプリンターでハードコピーした。内蔵プログラムによる

図2 腎盂造影画像

図3 DSA 画像

デジタル解析はワンタッチで瞬時に行える。

結 果

各種の腎癌アナログ画像を前述の方法でデジタル化しデジタル解析した結果を以下に画像別に供覧する。各画像毎に6つの解析出力が可能であったが、代表的なものだけを呈示する。

① 腎盂造影像 (図2)

腎杯の圧排された腎盂造影像を図2・Aに示す。こ

れをデジタル化して10段階のグレースケールで出力したもの(二次元濃淡画像出力)が図2・Bである。図2・Cはネガ画像として出力したものであるが、ボジネガの逆転はワンタッチで瞬時に行える。

② DSA 画像 (図3)

腎癌症例の DSA アナログ画像を図3・Aに、これをデジタル化して二次元濃淡画像出力したものを図3・Bに呈示する。更に濃度195から255の範囲で二値化し

図4 超音波画像

図5 X線CT画像

たものが図3・Cで、ネフログラムが強調されている。また濃度80から255の範囲で二値化したものを図3・Dに示すが、血管像が強調されている。濃淡の任意の範囲で二値化処理は可能である。

③ 超音波画像 (図4)

右腎癌の超音波アナログ画像を図4・Aに、これを走査した濃淡ヒストグラムの棒グラフを図4・Bに示す。原画像は極端に明るい部分と極端に暗い部分とに二極化している事が明瞭となる。この超音波画像をデジタル化し二次元濃淡画像出力したものを図4・Cに示す。更にこの画像を濃度210から254の範囲で二値化したものが図4・Dであるが、腎の輪郭と腫瘤像が強

図6 X線CT画像右腎部

図7 X線CT画像右腎部の三次元濃淡画像出力

調されている。

④ X線CT画像(図5, 6)

超音波画像と同一症例のX線CTアナログ画像を図5・Aに、このデジタル化二次元濃淡出力画像を図5・Bに示す。右の折れ線グラフは横カーソル上の濃度(この場合には相対的X線CT値)を示し、縦横カーソルの交点の濃度は数値で示される。この画像では25である。折れ線グラフ表示は縦カーソルについても可能であり何れもワンタッチで任意の部位を選択出来る。同一画像を濃度105から255の範囲で二値化したのが図5・Cであるが、右腎と脊柱とが強調されている。このX線CT画像の右腎部(図6・A)を走査してデ

ジタル化し二次元濃淡画像としたものが図6・Bである。更にこれを濃度90から130の範囲で二値化したものを図6・Cに示す。腎と腫瘍の輪郭が強調されている。右腎部を濃度0から200の範囲で三次元濃淡画像出力したものを図7に呈示する。陥凹して見える部分が腫瘍であるが、内部のX線CT値が不整であることが明瞭に解る。三次元画像出力は任意の濃度範囲で行え、90度単位で回転させた表示が可能である。

考 察

腎癌の診療には画像診断法は非常に重要で欠くことが出来ない^{2)~4)}。しかしながら、腎癌画像に限らず、現在用いられている医用画像はフィルム等に固定された

アナログ画像として使用されているために、膨大な量となりその保存空間の確保と画像の管理及び整理が非常に困難な状況になってきている^{5)~7)}。また X 線 CT や DSA のマイクロフィルム化が真剣に専門家の間で検討されてさえるのが本邦の現状でもある。

最近、画像のデジタル化が話題になっているが、その利点は先に上げた保存空間の狭小化と効率よい整理管理の可能性の他に、デジタル化することにより電話回線やマイクロウェブを利用して、簡便に瞬時に画像を転送受出来るようになるうえに、多様な画像解析を容易に行いうるという利点がある^{5)~13)}。これらの利点のために、批判もあるが¹¹⁾、医用画像のデジタル化は推進されており、21世紀には全ての臨床画像がデジタル化される趨勢にある^{5)~13)}。

腎癌症例に臨床医が行う画像診断法とその枚数はほぼ以下のごとくであろう。DIP または IVP 4 枚、超音波画像 2 枚、X 線 CT 15 枚、大動脈造影 20 枚、選択的腎動脈造影 20 枚及び MRI 10 枚その他となり、この量は膨大なものである。血管造影を総て DSA で行い、近い将来 CR が普及して腎盂造影を CR で行えば¹⁴⁾、これらの臨床画像はすべてデジタル信号として捉えられ記憶されるようになる。

また PACS はアナログ画像をまずデジタル信号へ変換することによって、集積と伝達を行うシステムである^{5)~9)13)}。したがって近い将来腎癌の画像が総てデジタル化される趨勢にあるといえる。

腎癌の臨床画像をデジタル化する利点は前述の、保管、管理及び転送の効率化は勿論であるが、各種のデジタル画像解析が容易に行える事も大きな利点である。図 2B, C で示したネガポジの反転画像はデジタルデータさえあれば極く簡単に瞬時に繰り返し CRT ディスプレイに描出可能であり、一点毎の濃度値も簡単に出力される。また図 3C, D で示したように一枚の画像から、異なった二値化によってネフログラム強調画像や血管像強調画像といった異なった画像が簡単に求められる。図 4D に示したごとく、ある範囲の二値化を行うことで腫瘤像を強調できその大きさの測定も容易となる。さらに肉眼では微細な濃度変化も認めるのが困難な場合でも図 7 の様に表示すれば濃度差をも容易に知りうる。更に腎癌の立体的進展度を知る目的で研究されている立体表示法もデジタルデータとなって初めて可能となったと言っても過言ではない¹⁵⁾。腎癌画像のデジタル化の利点は、デジタルデータを消去しない限りこのような画像解析が簡単に何度でも繰り返

し行いうる点にもある。

近い将来には、一般臨床医の元にはデジタルデータが転送されてきて、これをコンピュータでデジタル解析するか、またはデジタル化した施設で解析されて我々の所へはハードコピーが送られるかの何れかとなるろう。ハードコピーの場合にも、どのような解析を求めるかは臨床医の決定する問題となる。

しかしながら、現在本論文で示した図 3・A 及び図 5・A のようにフィルムに固定された画像のみが臨床医に提供されるだけで、折角のデジタルデータが消去されてしまう場合が圧倒的に多い。これは専門家でさえ、画像のデジタル化とデジタル解析に関する十分な理解が困難なためであろう。また PACS の制作者側から“画像をどの様にデジタル化しどの様なデジタル解析が必要か”¹³⁾、との問いかけが臨床医に向けられても、答えるすべを持たない。この様な状況のために我々一般臨床医も腎癌画像のデジタル化やデジタル解析について理解し慣熟しておく必要に迫られている。とはいうものの、現在開発されているデジタイザーは超大型コンピュータやレーザーを使用するため高価である上に操作も複雑であり一般臨床医が慣熟を目的に取り扱えるものではない^{5)~7)10)11)}。

Shonic GA はパーソナルコンピュータを本体とし XY プロッターの駆動装置を利用して光センサーで試料の濃淡を読み取り、パーソナルコンピュータで記録解析するシステムである。解析プログラムも内蔵しており、安価な上に操作も簡単であるが、このシステムの基本構造は PACS^{5)~9)13)}と本質的に変わらない。我々はこのシステムを利用して、腹部 X 線 CT¹⁶⁾と転移性肝癌症例の画像¹⁷⁾のデジタル解析とを報告している。今回は腎癌の各種アナログ画像をこのシステムを用いてデジタル化し、デジタル解析したものを供覧した。

近い将来に迫った全医用画像のデジタルに備えて、腎癌アナログ画像のデジタル化とデジタル解析とに關して、一般臨床医が理解し慣熟するという目的にとっては、このシステムは操作が簡便である事と安価である点から有用性が高いといえる¹⁶⁾¹⁷⁾。

結 語

腎癌症例の腎盂造影、DSA、超音波像、X 線 CT のアナログ画像を Shonic GA を用いて、デジタル化し内蔵するプログラムによって画像解析を行い供覧した。間近に迫った全医用画像デジタルの趨勢に、一般臨床医がデジタル化とデジタル解析について理解し慣熟

する目的にはこのシステムは有用と考える。

本論文の要旨は第72回日本泌尿器科学会総会にて報告した。

文 献

- 1) 八代直文, 大友 邦, 古井 滋, 小久保宇, 板井悠二, 飯尾正宏: 腹部血管造影における動注法 digital subtraction arteriography の役割. 日医放誌, 44, 1366—1373, 1984.
- 2) Boswell, W.D. Jr., Pritchett, T.R., Lieskovsky, G. and Skinner, D.: Diagnostic Imaging in Genitourinary Cancer. In: Skinner, D.G. and Lieskovsky, G. edited Diagnosis and Management of Genitourinary Cancer. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1988, p. 237—280.
- 3) 三方律治, 武内 巧, 国沢義隆, 福谷恵子, 河邊香月, 神保勝一: 腹部超音波走査で偶然発見された腎癌. 日癌治, 21, 2169—2178, 1986.
- 4) 三方律治: 腎臓癌の早期発見法としての腹部超音波走査. 画像医学誌, 5, 1289—1292, 1986.
- 5) 土屋泰則, 金本光石, 佐藤 実, 青木 誠, 武笠稔, 山畑 昇, 滝沢和宏: PACS, 画像管理システムの現状と将来. 映像情報 Medical, 19, 1341—1345, 1987.
- 6) 稲邑清也, 金井一成, 足立史男, 牧野克彦, 太田宏, 尾崎友輔, 丹治夏樹: 医用画像ファイリングシステムの現状と動向. 映像情報 Medical, 19, 1047—1056, 1987.
- 7) 尾川浩一, 安藤 裕, 国枝悦夫, 塚本信宏, 橋本省三: PACS 用画像処理ワークステーションの開発. 映像情報 Medical, 19, 530—535, 1987.
- 8) 蜂屋順一: デジタル化で変わる画像診断技術. 日経メディカル, 15(5): 173—176, 1986.
- 9) 稲本一夫: 医用画像情報を管理する. 日経メディカル, 15(5), 178—181, 1986.
- 10) 古島信正, 田村真一: 医用画像に関するパソコンの応用. 映像情報 (M), 18, 758—763, 1986.
- 11) Editorials: Total digital radiology: Is it feasible? or desirable?. Am. J. Radiol., 143, 1345—1349, 1984.
- 12) Goodman, L.R., Foley, W.D., Wilson, C.R., Rimm, A.A. and Lowson, T.L.: Digital and conventional chest images: Observer performance with film digital radiography system. Radiol., 158, 27—33, 1986.
- 13) 大島正光: PACS, 診療支援システムの内の画像診断システム. 第5回日本画像医学会講演, 1986.
- 14) 西谷 弘, 鬼塚英雄, 川平幸三郎, 本田 浩, 松浦啓一, 熊沢浄一, 樺 秀樹: FCR 臨床. 排泄性尿路造影. 画像診断, 4(SUP), 41—45, 1984.
- 15) 三方律治, 今尾貞夫, 堀内大太郎: X 線 CT による腎の立体表示法の検討. 第73回日本泌尿器科学会総会発表, 1988.
- 16) 三方律治, 今尾貞夫, 堀内大太郎, 田中良典: パーソナルコンピュータによるアナログ臨床画像のデジタル化解析の試み. メディカルパソコン, 3, 617—621, 1988.
- 17) 三方律治: 転移性肝癌アナログ画像のデジタル化への試み. 画像医学誌, 6, 380—385, 1987.

(1988年9月2日受理)