

CT 画像の三次元再合成の研究

渡	辺	俊	明	甲	藤	敬	一	川	上	弦	一	郎
伊	神	勲		真	里	谷	靖	中	村	惠	彦	
斎	藤	陽	子	田	村	是	六	篠	崎	達	世	

抄録 CT 画像は、臓器あるいは病変部の描出に優れた能力を持っているが、横断画像である為、ある程度以上の大きさを持ったものは数スライスにわたり描出されることになる。読影者はこれらスライスの各像を頭脳内で合成し、三次元画像として認識している。これら頭脳内で抽象的に合成される三次元画像が具体的に図示できれば極めて有用と考えられる。

そこで我々は、CT 画像より臓器あるいは病変部の輪郭をコンピュータに入力し、そのデータを基に、スプライン曲線を利用して三次元画像合成を行なうプログラムを独自に開発し、実用の範囲と判断される成果を得たのでここに報告する。

弘前医学 38 : 398—404, 1986

Key words : CT three dimensional image
reconstruction spline curve

THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION OF CT IMAGES

TOSHIAKI WATANABE, KEIICHI KATTOH, GENICHIROH KAWAKAMI,
ISAO IGAMI, YASUSHI MARIYA, YASUHIKO NAKAMURA,
YOHKO SIATOH, KOREROKU TAMURA and TATSUYO SHINOZAKI

Abstract Computed tomography (CT) has the ability to provide sensitive visualization of organs and lesions. Owing to the nature of CT to be transaxial images, a structure which is greater than a certain size appears as several serial CT images. Consequently each observer must reconstruct those images into a three-dimensional (3-D) form mentally. It has been supposed to be of great use if such a 3-D form can be described as a definite figure.

A new computer program has been developed which can produce 3-D figures from the profiles of organs and lesions on CT images using spline curves. The figures obtained through this method are regarded to have practical applications.

Hirosaki Med. J. 38 : 398—404, 1986

弘前大学医学部放射線医学教室 (主任 篠崎達世
教授)

昭和60年11月12日受付

Department of Radiology, Hirosaki University
School of Medicine (Director : Prof. T. SHINO-
ZAKI), Hirosaki, Japan

Received for publication, November 16, 1985

はじめに

CT 画像は、臓器あるいは病変部の描出に優れた能力を持っているが、横断画像である為、ある程度の大きさをもった病変部の実態を把握するには数スライスにわたって撮影し、読影者はこれらスライスの各像を頭脳内で合成し、三次元画像として認識しなければならない。これら頭脳内で抽象的に合成される三次元画像を具体的に図示できれば極めて有用であると考えられる。我々は、コンピュータを利用してこのような処理を行うプログラムを独自に開発し、実用の範囲と判断される成果を得たので報告する。

I. 研究方法

使用したコンピュータシステムは、16ビットパーソナルコンピュータ PC-9801 の基本システムに、デジタイザー、XYプロッター、ハードディスク等の周辺機器を付加したものである(図1)。

今回、三次元像は線画として描く様にした為、基礎データとして臓器あるいは病変部の輪郭が必要であるが、これらはデジタイザーを使ってコンピュータに入力した。

次に、これら各スライス輪郭上の各々の対応点を上下方向に結ぶことにより三次元画像

を得るプログラムを作成した。この際、3次式Bスプライン曲線(以下スプライン曲線とする)を利用し、各スライス間の対応点を上下方向の変化に適応した、なめらかな曲線で結ぶ様にした。さらにその情報を基にして、任意の数の横断面輪郭を補間して描ける様にした。さらに任意の角度から見た三次元像を得る様にした。

2. 再合成三次元画像の検討

上記方法により描かれる再合成三次元画像が実態をどの程度まで正確に現わすかを検討する目的から基礎実験を行ってみた。

図2の細い曲線は腎門部レベルでのCT像から得られた腎実質の輪郭である。これを16等分することによって得られた点を白丸で示した。これらの各点をスプライン曲線で結んだものが太い曲線である。両者は変化の激しい部分では若干の相違が見られるが全体としてはよく一致している。すなわちこのCT像輪郭を僅か16点の座標のみでモデル化し得たことになる。この場合、点列の間隔は、実物大でおよそ1.5cmとなる。ところでCT画像は1cm間隔でスライスされることが多いのであるが、これら各々のスライス面の対応点をスプライン曲線で結ぶことにより、CTで得られたスライス間の補間が可能とな

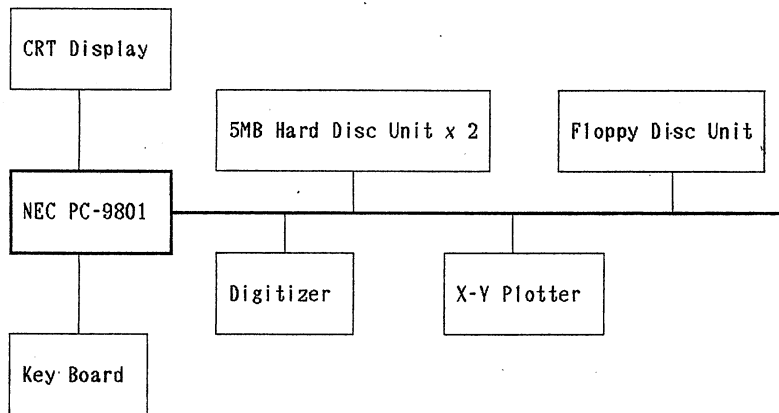


図1 システム構成。

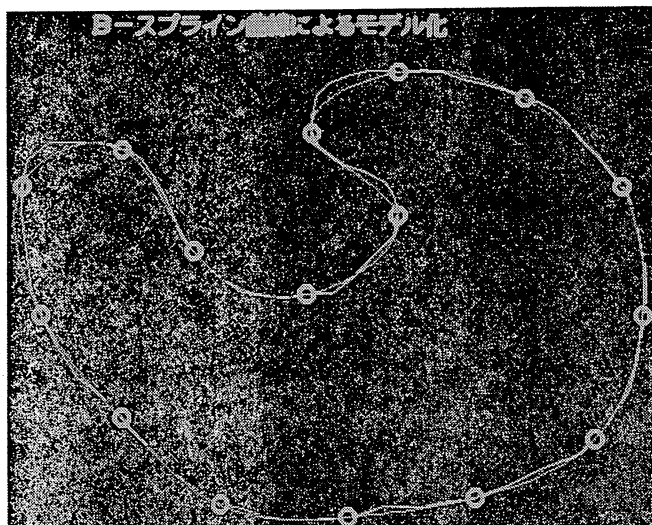


図 2 B-スプライン曲線によるモデル化.



図 3 実験に用いたファントム.

る. 図3で示したファントムのCT像から図4の様な5つの輪郭が得られた. 図5は上下の対応すべき点を直線で結び, それを線画により三次元表示したものである. 図6は上下の対応すべき点をスプライン曲線で結び, さらにその情報を基にスライス間に仮想的なスライスをスプライン曲線によって補間したものである. こうして得られた像は図5の像と比較して非常に自然であり, 我々がCT

上の輪郭より頭脳内に想像する形態により近い.

3. 臨床への応用

図7は肝細胞癌のCT像における肝及び腫瘍の輪郭を示したものである. これらに前述の三次元再合成を行ったものが図8及び図9である. 図8は肝を前方から20度の角度で見下ろした像を, 図9は肝を右側方より20度

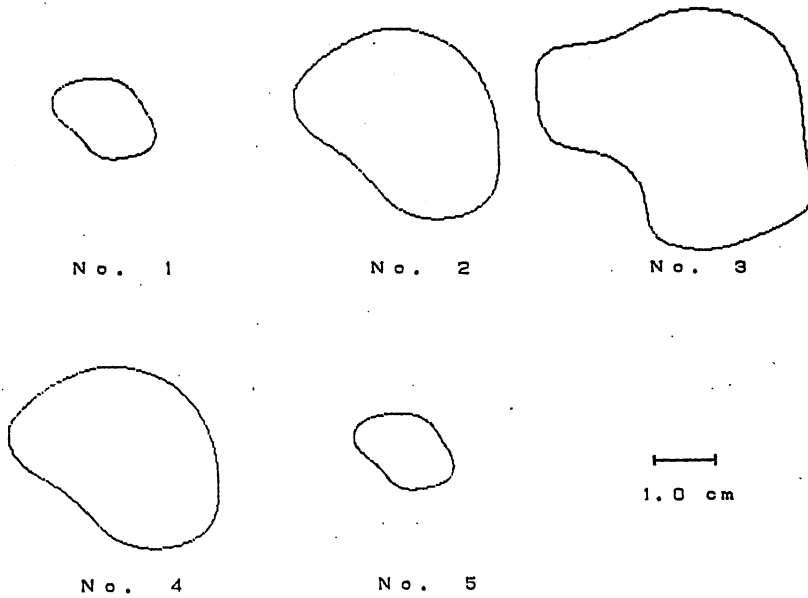


図 4 ファントムのCT像より得られた5つの輪郭.

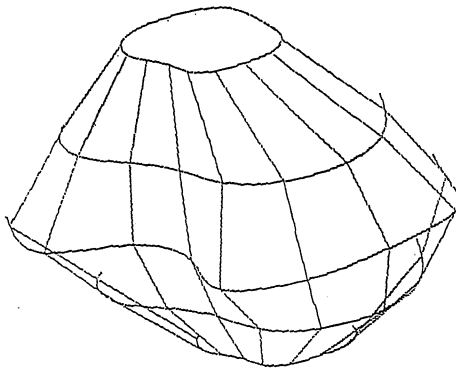


図 5 図4の輪郭の対応すべき各点を直線で結んで得られた線画.

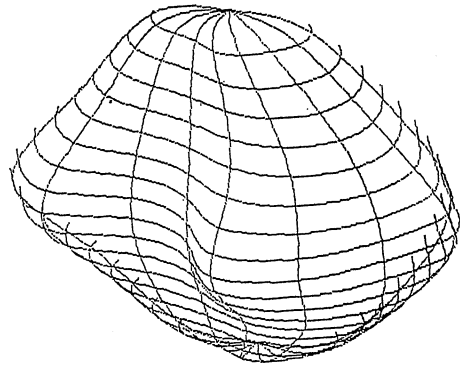


図 6 図4の輪郭の対応すべき各点をスプライン曲線で結んで得られた線画.

の角度で見下ろした像を示している。この様に任意の角度から見た像が作成可能であり、これにより肝及び腫瘍の全体像、その位置関係が容易に把握できる様になる。また、計算次第でいくらかでも細かい三次元情報が得られる為、ここに示した以外の種々の立体表示にも応用可能である。

また、この様にして得られた三次元情報を基に、CTのスライスに関係なく任意のス

ライスでの断面像が描出可能となる。図10の左側の図は前述の肝を前方から見たものであり、2本の直線で示した位置での断面像が、右上及び右下に示した図である。

4. 考 察

CT 画像の三次元表示^{2~4)}に関しては現在まで種々の試みがなされ、また任意断面の表示^{5~7)}についてもいくつかの報告が見られる。しか

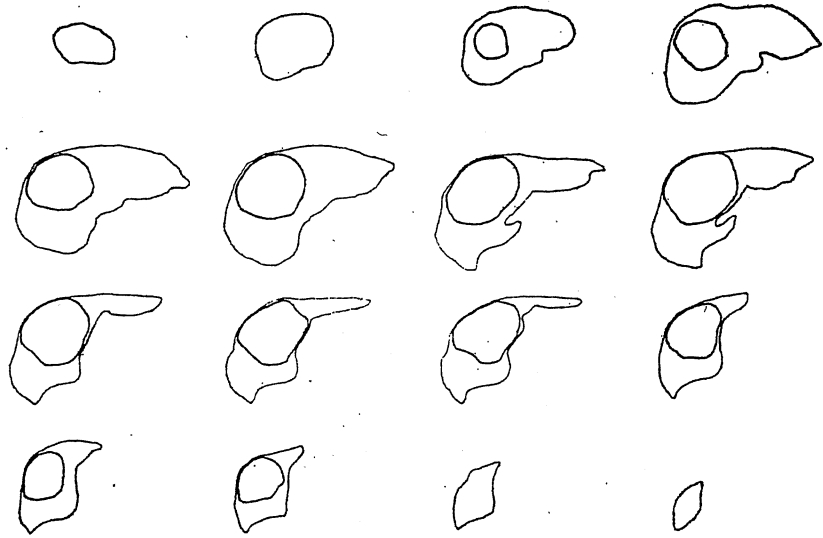


図 7 実際のCT像より得た肝及び腫瘍の輪郭。

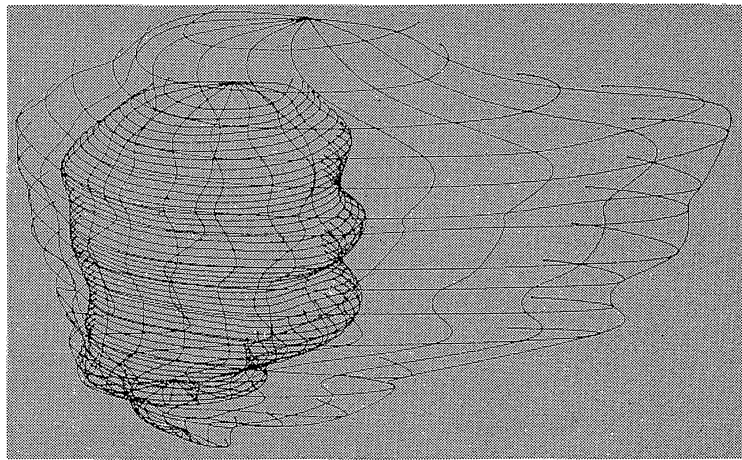


図 8 肝を前方より20度の角度で見下ろした像。

し、これらはいずれも特殊な装置を必要としたり、routine では頻繁に行い得ない様な微小間隔での多数のスライスが必要とするものである。今回我々が使用した装置は全て市販の一般的な装置であり、プログラム次第でこの施設でも容易に実現可能なものである。従って、ここに示した方法を用いることにより、臓器あるいは病変部の形態に関して、

CTのスライス数に左右されない自由な計測および統計処理等が幅広く可能になると考えられる。

おわりに

我々は、CT画像を基に臓器あるいは病変部の三次元表示を行う方法、及びその情報により自由な角度での任意のスライスにおける

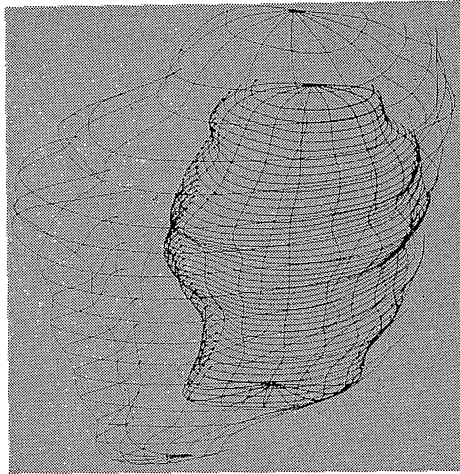


図 9 肝を右側方より20度の角度で見下ろした像.

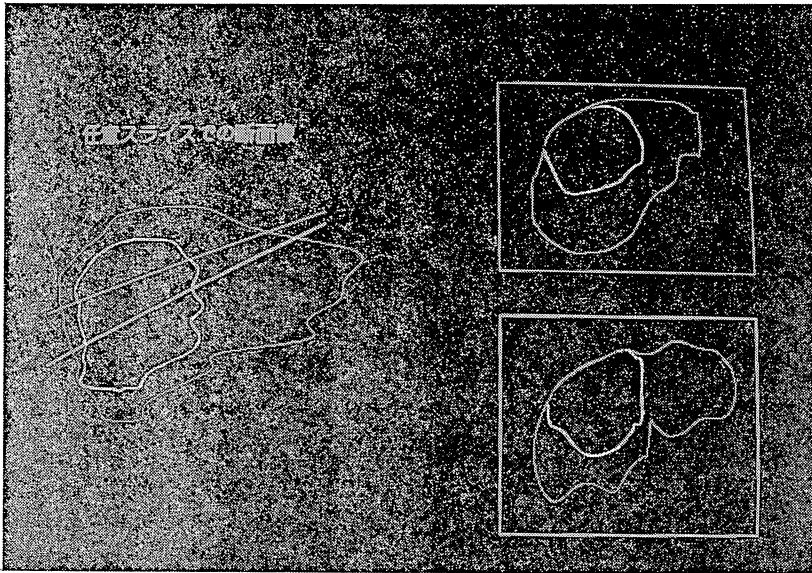


図 10 任意スライスでの断面像.

輪郭を表示する方法を独自に開発した。装置は市販のマイクロコンピュータシステムを使用し、画像の輪郭の入力も CT 画像から直接デジタイザーを用いて行い、汎用性に富むと考えられる。これにより得られた像は、CT のスライス面に左右されない種々の計測あるいは他の画像診断法による像との比較において有用と考えられる。

文 献

- 1) 山口富士男：コンピュータディスプレイによる形状処理工学〔I〕及び〔II〕。日刊工業新聞社、1982。
- 2) HERMAN, G. T., LIU, H. K.: Display of three dimensional information in computed tomography. J. Comput. Assist. Tomogr., 1: 155-160, 1977.
- 3) HARRIS, L. D., ROBB, R. A., YUEN, T. S.,

- RITMAN, E. L. : Display and visualization of three dimensional reconstructed anatomic morphology : Experience with the thorax, heart, and coronary vasculature of dogs. J. Comput. Assist. Tomogr., 3 : 439-446, 1979.
- 4) 松尾導昌, 他 : CT 画像の三次元表示システムの開発. 映像情報, 11(7) : 465-475, 1979.
- 5) RAYMOND, A. *et al.* : Frontal and lateral views of the Brain Reconstructed from EMI Axial Slices. Radiology, 125 : 701-710, 1977.
- 6) RHODES, M. L., GLENN, W. V., AZZAWI, Y. M. : Extracting oblique planes from serial CT sections. J. Comput. Assist. Tomogr., 4 : 649-657, 1980.
- 7) OGAWA, F. *et al.* : Three Dimensional Cross Section Display of Computed tomograms. Nipp. Act. Radiol., 40(4) : 37-39, 1980.