

連 載

医用画像の三次元表示

佐久間 貞行

人間が受け取り認識できる情報は五感（六感を挙げる人もいるが）によってである。その中でも眼から入力され、認識される情報量が圧倒的に多い。したがって、元来は眼に見えないものでも、なんとかして見得るものにしようという努力が各場面でなされている。そして視覚化することによっていろいろな事象が理解されやすくなる。たとえば、数値を図表化するとか分子構造の模型を作る等々、それは枚挙に暇がない。したがって可視化されているものについて疑問を持つこと無く、当然のこととして受け取られ、それを見ることによって理解できたとして安心感を得ている。

医学の世界でも、X線画像や超音波画像、磁気共鳴画像（MRI）などの診断画像は可視化の良い例である。外からは見えない内部構造を種々の手法で可視化している。一旦見えるようになると、物質はもともと空間に存在するものであるから、今度はさらに見やすく、構造を理解しやすいように立体視化を計るようになる。映像を立体視するには、眼が2つ横に並んであることにより生ずる視角の差（パララックス）を利用する方法と、ホログラム（レンチキュラー・レンズで画像が浮かんで見える絵はがきの原理もこの一種）を利用する方法がある。何れも医学的に応用されている。

パララックスを用いる方法は、左右それぞれの視線に合わせた2枚の画像を用意すればよいので、X線撮影ではX線立体撮影と称して古くから用いられてきた。X線立体写真のように2枚の画像をならべてもよいし、テレビ等では2個のモニタを左右に並べるか、画面を左右に2分割する。また左右の画像をそれぞれスリット状にして交互に空間的あるいは時間的に並べてもよい。液晶テレビも利用できる。画像を2枚並べたときには裸眼で輻輳視すれば立体感が得られる。輻輳が楽になるような眼鏡をかけてもよい。この場合歪まない正しい立体視のできる所は、撮影の角度と視線が一致した一点に限られる。スリットにしたときはレンチキュラー・レンズを用いるか、左右の画像がそれぞれの眼

に入るようにスリットの移動する眼鏡が必要である。

最近我々のグループは、テレビ・モニタに液晶パネルを用い、赤外線によるヘッドトラッキングを行うことによって部分的にバックライトを照らして、眼鏡を必要とせず複数の人がそれぞれの位置から立体視ができる立体テレビ¹⁾を試作した。これは開胸や開腹をしないで手術する内視鏡下手術等低侵襲性治療(MIT)で利用されるようになっていくと考えている。

近年コンピュータが発達し画像のデジタル化が進んだので、いわゆるコンピュータ・グラフィックスにより立体視化されるようになってきた。この方法はX線CTやMRIの画像処理でもしばしば用いられている。さらに近い将来上記の立体テレビとコンピュータ・グラフィックスを合わせて、ヴァーチャル・リアリティが実用化されるであろう。この方法はMITでは必須のものと考えている。

もう一つの立体視化はホログラムである。医用として利用されているホログラフの三次元表示の方法には、X線や超音波の断層画像を身体の断面の位置に合わせて積層し、合成ホログラムを作成して観察する断层面多重記録法と、物体の周囲全周から見た、視線方向の画像を短冊状の分割ホログラムに合成記録して再生、三次元表示するマルチプレックス・ホログラム²⁾と呼ばれる方法がある。

医用ホログラフの三次元表示は本来両眼立体視に属するものである。それに用いられる画像群が視角差や空間位置情報(奥行き標準化情報)を有しておれば自然な立体視ができる。そこで医用マルチプレックス・ホログラムに用いられる画像は、体軸に対して回転しながら1-2度毎にX線を多方向から入射するX線回転撮影によって得た連続的に両眼立体視ができる連続画像と、X線CTなどのような多層断層像を計算により三次元データ化した、あるいはMRIのようにはじめから三次元データとして得られた画像である。

これらの画像からホログラムを作成するには、見やすいホログラムを得るためにコントラストを強調する必要がある。その画像処理のためにCT値等、医学的に重要な情報が失われることもときにある。

最近自動ホログラム作成装置³⁾が完成した。そこでこの装置にX線CTやMRIの三次元データ画像を有機的に取り込むことのできる画像処理法の開発が必要になった。またこれまでのホログラムはある一つの表面の形状を示す画像であったが、本来X線CTやMRIが三次元データとしてもっている内部の情報

の表示もできるホログラム画像の画像処理法も併せ開発した⁴⁾。X線CTやMRIは軸方向に連続的な十分に薄い断層画像群である。このスライスデータがPACS（医用画像管理システム）の管理下に保存されているときは、自動ホログラム作成装置への転送は直接行うことができる。画像装置がそれぞれ独立しているときには磁気テープ（MT）で行うことができる。

このシステムにおける画像処理の流れは、まず前処理としてスライスデータのボクセルに対するXYZ方向の標本化を行う。つぎにホログラムとしては不要な画像（例えば寝台、着衣、骨、軟部組織など身体の一部）を、空間的に領域抽出（円の内側、多角形の内側、左右半分など）により、或いはスライスデータのウィンドウ幅とウィンドウレベルを選定して、グレースケール上で取り除き、ホログラムとして見たい部位のデータのみを抽出する。このデータに対して大きく分けて二つの処理を選択することができる。一つは関心領域の表面を抽出しZ軸方向（スライス間方向）につなぎ合わせた三次元表面像に影付けをして、1度毎360度の投影像（サーフェス・レンダリング像）を作成する。同一スライスデータから必要な臓器あるいは病巣に合わせて表面像を二種類作成したい場合はそれらを重ね合わせることができる。重ね合わせたときの濃度あるいは色のレベルは自由に選択できる。

もう一つの画像処理は表面を抽出するのではなく、CT値等のグレイレベルを帯域限定し、それ以外の画素を0とおき、投影方向に積算し、Z軸方向につなぎ合わせてグレイレベル帯域限定像とした、1度毎360度の積算投影像を作成する。積算投影像は単画では立体感はないが、ホログラム上ではパララックスを有するので、CT値等を損なうことなく自然な立体視が可能である。また、グレイレベルの帯域を選定できるので、従来の方法では得られなかった完全に骨を外したX線像や、骨のみのX線像が得られる。

これら三次元表面像と積算投影像は、X線立体撮影と異なり、平行投影により得られた画像であり、視線とは合致しない。したがって実際にホログラム上でその像を観察するときには、視角差によって見ている画像に歪が生じる。よってその歪の補正が必要である。またホログラム作成時の物体光入力デバイスとして電気光学素子である液晶板を用いており、その液晶板の濃度に関する入出力特性の補正も行う必要がある。このような補正のプログラムを作成し、ホログラムを作った。

医用画像の三次元表示は、固定画像は主に形態の観察や形状の計測、手術前

の模擬試行、あるいは医学教育の支援に用いられるが、リアルタイムの動画は上述のようにX線透視下あるいは内視鏡下手術のような低侵襲性治療に用いられる。

文 献

- 1) 服部知彦：時分割ヘッドトラッキング式立体テレビ 特許申請中
- 2) Tsujiuchi J,Honda T,Suzuki M,et al:Synthesis of Multiples Hologram and Their Application Objects. SPIE 523,33,1985.
- 3) Suzuki M,Saito T: Development of Automatic Hologram Synthesizing Machine and Viewer. SPIE 1667,90,1992.
- 4) 佐久間貞行、服部知彦、見崎敏一：医用ホログラムの画像処理 日本医療情報学会誌 印刷中

(名古屋大学名誉教授・テルモ研究開発センター長)