

## EPI 連続画像から得られる脳賦活領域の三次元可視化

4 A B - 1 0

船上 頼光      西野 順二      小高 知宏      小倉 久和  
 (福井大学工学部)

## 1 はじめに

近年、医用画像の分野においても三次元画像が目覚ましい発展を遂げてきている。X線ボリュームCT画像をはじめ、高速MRI (Magnetic Resoslice Multiphase Image) やEPI (Echo Pranner Image) による三次元画像、あるいは超音波画像の三次元化など、三次元画像を用いた診断の研究が進んできている。

しかしながら、人体は内部にさまざまな構造を有するため、表面ではなく内部の臓器や臓器内の状況を可視化するためには、工夫が必要である。

本研究では、人の脳における賦活画像を対象に、賦活部分以外を半透明に表示することによって、賦活部分の脳における相対的な位置を把握し易くする表現方法を検討した。賦活画像は、負荷を加えたEPI連続画像から構成する。EPIはMRIと呼ばれる磁気共鳴を利用した断層写真撮影装置により得られる高速断層像で、運動負荷や光刺激などを加える前後の共鳴信号の変化から賦活した部分を推定し、画像として可視化して、賦活画像を得る。この領域の脳に対する相対的な三次元的な位置情報を認識できるように三次元画像で表現することが目的である。脳賦活領域をおおい被さるように存在する脳の部分は半透明な物体として描画する。

## 2 賦活画像の構成

## 2.1 EPI画像

図1に示す画像が本研究で用いたEPI連続画像のある時点のデータである。画像の上部が頭の後部にあたり、またこの画像は話をしている時の脳の画像である。1枚の画像は、縦横64×64ピクセル、11スライスからなり16bitの濃淡像である。ピクセル間の距離は縦、横ともに2mmであり、スライス間の距離は5mmで撮影されている。このボリュームデータは、負荷刺激(会話)を周期的に与えることにより、負荷の加えられたオンデータと負荷を加えないオフデータそれぞれ20時点の計40時点からなる時系列連続三次元画像を構成している。

## 2.2 賦活領域の抽出

賦活領域は、EPI連続画像の各スライスの時系列画像に対して、各画素毎にオン画像とオフ画像の信号強度

The 3D visualization of activating images of brain constructed from a time series of EPI  
 Raiko Funakami, Junji Nishino, Tomohiro Odaka and Hisakazu Ogura  
 Department of Information Science, Fukui University

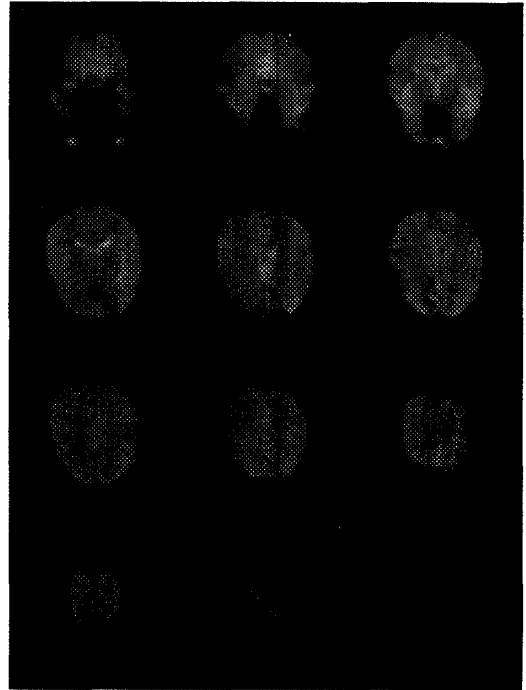


図1: 本研究で用いたEPI画像

の平均値の差をWelchのt検定により検定し、統計的に有意な差を有する画素を抽出した。統計的に有意な画素からなる画像が賦活画像である。こうして得られた賦活画像には、信号の揺らぎに起因するノイズとともに、統計的検定が画素毎に行なわれるために統計的検定の揺らぎ、多重検定の揺らぎに起因するノイズも含まれる。そのノイズを除去するために、得られた賦活画像に対してさらにランダム性検定を用いた統計フィルタを適用し、統計的に有意な賦活画像を作成した[1]。それぞれのスライスについて統計的に有意な賦活画像を構成して三次元賦活画像を得る。本研究では、以上の方法によって得られた三次元領域を脳賦活領域とし、その領域の脳における相対位置を把握できる画像の表現を試みた。

## 3 三次元データの作成と半透明表示

## 3.1 三次元データ

用いた3次元ボリュームデータは64×64×11(縦、横、スライス数)という比較的解像度の低い画像データであり、またスライス間の距離は縦、横方向のピクセル間の距離に比べ2倍以上あり画像間の情報が少ない。そこで、四次元三次スプラインによる補間[2]を用い補間

画像を作成した。補間処理を行なうことによりボリュームデータは  $128 \times 128 \times 44$  にする。

同様にして、EPI 連続画像から既に得ている脳賦活領域のデータに対しても同様の処理を行うことにより補間データを作成する。以上二組みのデータを作成する。補間データ作成のために四次元三次スプラインを用いたのはボリュームデータの正確な補間データを得ることを考慮したためである。スプライン補間関数はラグランジュ補間多項式による補間を行った場合に起こるルンゲの現象は起こらない。また、その特性上振動の少ないものとなり、補間データ作成には都合が良い。さらに、四次元三次スプラインでは、縦横方向の濃度値(画像データ)に加えスライス間の相関も含めた補間を行うことができる。

### 3.2 脳賦活画像の半透明表示方法

半透明表示は以下に示す手順で行なった。

- スプライン補間を用いて作成したボリュームデータから脳表面と切り出すための閾値の設定を行なう。
- それをもとに等値面の作成をおこなう。(これにより脳表面が作成される)
- 脳賦活領域が抽出された画像データからその領域を示す等値面を作成する。(これにより、賦活領域をしめす表面が作成される)
- 以上のようにして得られたデータをもとにレイトレーシング法を使いレンダリングを行なう。

ボリュームデータからあるレベル値の等値面を作成するにあたり Marching Cubes 法 [3] を用いた。

脳表面の等値面を得るには、脳の領域を外部領域とを判別する必要があるが、原画像からわかるように脳の領域と外部領域とは明らかに濃淡の差が見られる。それゆえ、濃度が高い部分の値を調べ、閾値設定を行い脳表面の等値面の作成をおこなった。

賦活データはその特性上 2 値データとして得られているが、補間を行う際に中間の値が出る。今回は中間の値をとる領域も賦活領域であるとし賦活領域の等値面作成を行う。以上により脳表面の等値面と脳賦活領域の等値面が得られた。次に作成されたデータを素に三次元画像の作成を行う。

脳内部に存在する賦活領域を認識するために脳表面は半透明物体とし等値面を描き、その内部に賦活領域をしめす等値面を描く。このとき背景が存在しないため半透明物体の認識が非常に困難となるため、今回はレイトレーシング法を用いできるだけ正確に透明度をもつ物体が描かれるようにした。また、脳表面にたいして高い

鏡面反射率を設定することにより光線に対し直角に近い角度にある面が浮き出て見えるため、脳表面の認識性が良好である。これにより、脳に対する脳賦活領域の相対位置を三次元的に認識することができる。

## 4 生成画像の例

先に示した方法を用いて作成した画像の例である。半透明表示された脳表面の内部に賦活領域が描画されている。

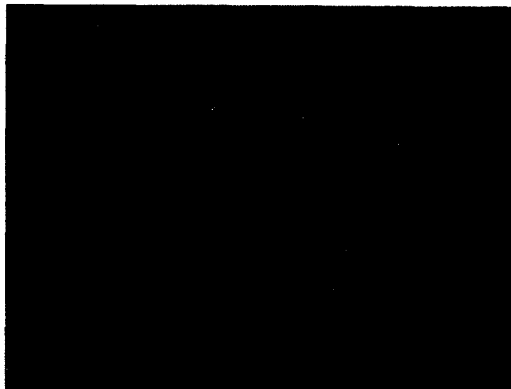


図 2: 半透明表示をおこなった画像

## 5 考察と今後の課題

本研究では EPI 連続画像から脳賦活領域を得、その領域を 3 次元表示する方法について検討を行った。今回はその方法の一つとして、脳表面の生成を行いそれを半透明物体としレイトレーシング法を用いてレンダリングを行う方法を用いた。これにより、EPI のスライス像では得ることのできなかった脳の賦活部分の、脳に対する相対的な三次元位置関係を比較的容易に得ることができるようになった。しかし、脳の他の領域の情報を捨ててしまっているために、この画像では相対的な三次元位置を完全に認識できるとは言えない今後の課題としては、より一層脳の賦活部分の位置が容易に得ることができるよう脳室等の脳内構造の表示を行うことが考えられる。また、ボリュームレンダリング等の方法を用いた、本研究以外の方法の検討も考えられる。

## 参考文献

- [1] 牧野珠実, 高田隆弘, 西野順二, 小高知宏, 小倉久和 “EPI 連続画像におけるランダム性検定” 平成 8 年度電気関係学会北陸支部連合大会, 1996
- [2] 高山文雄, 吉村和美, 菅野敬祐 著, 桜井明 監修, “C によるスプライン関数”, 東京電気大学出版, 1993
- [3] G.M.Nielson, B.Hamann 著, “The asymptotic decider: resolving the ambiguity in marching cubes”, Proceedings Visualization '91 (Cat. No.91CH3046-0), IEEE Comput.Soc.Press, No.xi+437, Page.83-91,413, 1991