

研究論文

3次元頭部MR画像からの基準点抽出

黄 恵\*1 奥村 俊昭\*1 江 浩\*2 山本 眞司\*1

要旨 筆者らは、病気の診断や手術計画などに必要な計算機支援技術の一つとして、3次元頭部MR画像中から大脳、小脳、脳幹などの軟部組織を自動抽出する研究を行っている。そこで自動抽出システムの前処理として、対象となる頭部領域とあらかじめ用意されたモデル画像との幾何学的な合わせ処理を行って、各組織のおよその位置や範囲を限定することが重要な処理の一つとなっている。そこで、本論文では、モデルの幾何変換に必要な基準点を対象画像から自動抽出する試みを行った。具体的には、基準点を眼球と外耳道に設定し、Mathematical Morphologyを基礎とする孤立性陰影を抽出する処理3D-N-Quoit処理とそれを拡張した3D-C-N-Quoit処理を用いた基準点抽出アルゴリズムを考案した。このアルゴリズムを19例の3次元頭部MR画像に適用したところ良好な結果が得られた。

Key words : Base Points Extraction, 3-D image processing, Mathematical Morphology, N-Quoit filter, MRI

1. はじめに

核磁気共鳴現象を利用したMRI(Magnetic Resonance Imaging)は、3次元的な計測が可能であり、得られた3次元画像から任意の組織を自動抽出し、3次元表示を行う手法が手術計画などに有用であると考えられている[Vernazza87, ME誌特集89]。

頭部MR画像から軟部組織の自動抽出を行う研究は、1種類の撮影画像を対象とした手法[Robb89, Kennedy89, Bomans90, 江91, 鈴木87, Li93]と、多種類の撮影画像を対象とした手法[Liang94, Vanden95]に分けることができる。また1種類の画像を対象とした場合には、画像の性質のみに注目した手法[Robb89, Kennedy89, Bomans90, 江91]と、解剖学知識などを利用した手法[鈴木87, Li93]に分けることができる。前者は処理手法が簡単であるが入力した画像の性質に左右されやすく、症例数が増えるとも一般性に欠けることがある。後者つまり解剖学知識を利用した手法は、より正確な組織を抽出できることを示唆しているが、これまでは2次元知識の導入がほとんどで3次元構造情報を利用した軟部組織の抽出例はまだ見当たらない。

我々は、病気の診断や手術計画などに必要な計算機支援技術の一つとして、3次元頭部MR画像中から大脳、小脳、脳幹などの軟部組織を自動抽出する研究を行っている[松野下93, 江95, 江94, 松下95]。この自動抽出システムは、粗決定と精密決定から成り立つ。粗決定では、あらかじめ計算機内に用意した頭部輪郭と軟部組織のモデル画像を用いて、入力画像との間でモデルの幾何変換を行う。粗決定アルゴリズムの柱は「頭部輪郭と軟部組織輪郭の相対的な位置関係は、個人差があるが特別に大きなずれはない」という知識である。この知識を用いれば、モデルの頭部輪郭を他の症例の頭部輪郭と大きさ、形が一致するように変形させたとき、それに追従してモデルの軟部組織輪郭もその症例の軟部組織輪郭とほぼ一致すると言える。

そこで、モデルの幾何変換に必要な基準点を、あらかじ

め対象画像から自動抽出する必要がある。本研究では、基準点を眼球と外耳道に設定し、Mathematical Morphology [Haralick87]を基礎とする孤立性陰影抽出処理である3D-N-Quoit[三輪96]を用いて、それらの抽出を試みた。

以下、第2章で眼球と外耳道の特徴について述べ、第3章でN-Quoitフィルタについて述べ、第4章と第5章で基準点の抽出手法を述べ、第6章で19症例の画像に適用した結果について述べる。

2. MR画像における眼球と外耳道の組織的特徴

2.1 眼球の特徴

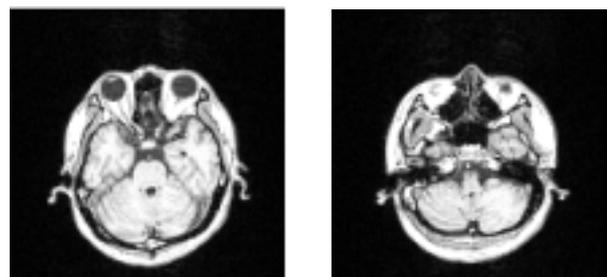
Fig.1(a)に左右の眼球が撮影されているMR画像(Transverse断面(軸位断))を示す。眼球は、球形度の高い組織である。また、眼球の周辺に存在する筋肉や視神経の濃度値は非常に高いが、眼球内部の濃度値は低い。これらの特徴は、頭表付近の他の位置では見られない。そこで、これらの特徴を利用して眼球を抽出する。

2.2 外耳道の特徴

Fig.1(b)に外耳道付近が撮影されているMR画像(Transverse断面)を示す。外耳道(体表から鼓膜まで)および内耳道付近では、ほぼ円筒状であり画像濃度値が周囲よりも低くなっている。この特徴は、頭表付近の他の位置では見られない。そこで、この特徴を利用して外耳道を抽出する。

3. 特徴抽出フィルタ

これまでに、乳房デジタルX線像からの乳がん病巣の抽出や、胸部X線CT像から肺がん病巣を抽出する目的で、



(a)Transverse slice of eyes (b)Transverse slice of ears

Fig.1 MR images of eyes and ears (Transverse slice)

\*1 豊橋技術科学大学知識情報工学系(〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1)

\*2 郵政省通信総合研究所

投稿受付：1998年5月6日

最終稿受付：1998年6月6日

採用決定日：1998年6月10日

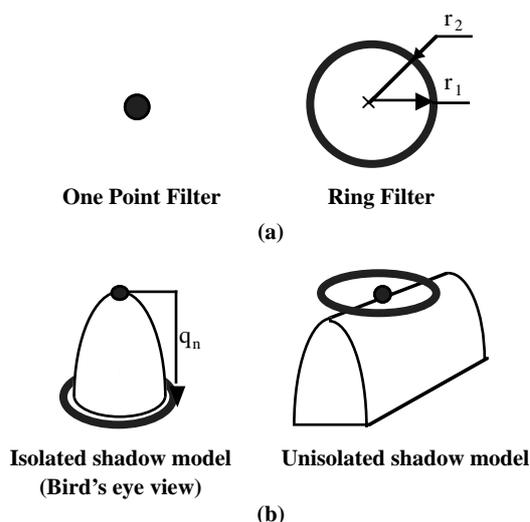


Fig.2 Concept of 2D-N-Quoit

Mathematical Morphology [Haralick87]を基礎とするQuoit(輪投げ)処理が開発されている[磯部93].また,このQuoitフィルタを改良したN-Quoit(New-Quoit)フィルタが新しく開発されている[Tiu93].このN-Quoit処理は,画像中の孤立した濃度値の高い円形領域(孤立性陰影)を選択的に抽出する特徴がある.2次元のN-Quoitフィルタの概念図をFig.2に示す.このフィルタはFig.2(a)に示すような点フィルタとリングフィルタで構成されている.リングフィルタの内径を $r_1$ ,外径を $r_2$ とする.Fig.2(b)の左に示すような孤立性陰影の場合,両フィルタを上からかぶせると両者の間に高低差 $q_n$ が生じる.ところが, Fig.2(b)の右に示すように孤立性でない部位では高低差が生じない.このような性質を利用した処理を2D-N-Quoit処理と呼ぶ.3D-N-Quoit処理[三輪96]は上記2D-N-Quoitを3次元に拡張したものである.3D-N-Quoitフィルタは点フィルタと中空球状フィルタで構成されている.

4. 眼球の抽出

2.1節で説明した眼球のMR画像での特徴と,3章で説明した孤立性陰影抽出用のN-Quoit処理を利用して,3次元頭部MR画像から眼球の中心座標を抽出する.Fig.3に眼球の中心座標抽出処理のフローチャートを示す.以降,各処理について説明する.

頭部輪郭画像はあらかじめSnakes(Active Contour Models) [Kass88]を用いて抽出している.なお,3次元MR画像の頭部の前面から後頭部方向をX軸正方向,頭頂部から頸部方向をY軸正方向,頸部の左側面から右側面方向をZ軸正方向とする.

4.1 前処理

(1) 反転

眼球は,内部の濃度値が低く,周辺の濃度値が高い球状の組織である.そこで,3D-N-Quoit処理で抽出できるように,画像を反転させ,眼球の濃度値を周辺より高くする.

(2) Erosion 処理

ノイズ除去,および眼球の中心位置での孤立性を強調するために,半径 $r$ の球状フィルタ( $r < R$ : $R$ = 眼球の実際の半径)でMathematical MorphologyのErosion処理を行う.2次

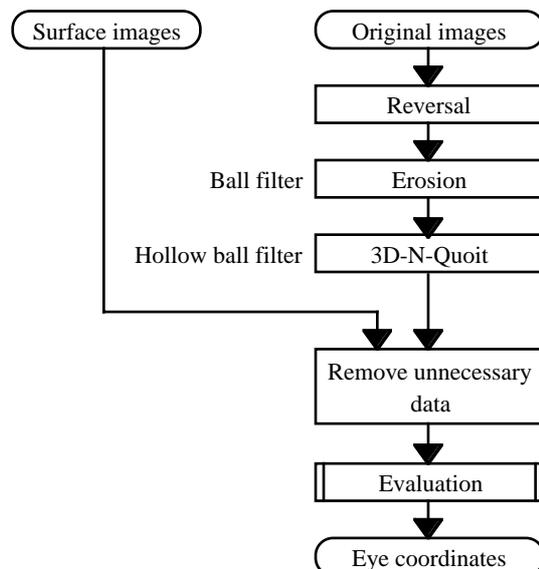


Fig.3 Flowchart of eye extraction

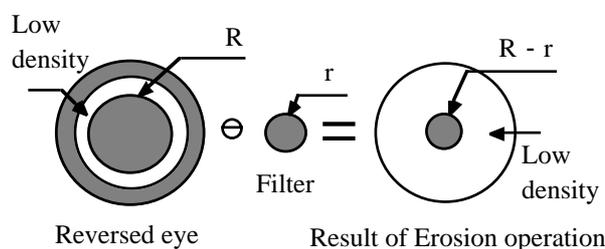


Fig.4 Illustration of Erosion operation

元の概念図をFig.4に示す.半径 $R$ の濃度値の高い円形領域に半径 $r$ のディスクフィルタによるErosion処理を行うことにより,半径 $R - r$ の濃度値の高い円形領域を生成する.なおこのとき用いる球状フィルタ関数 $SB(x,y,z)$ は下記の通りである.

$$SB(x,y,z) = \begin{cases} 0 & \text{if } x^2 + y^2 + z^2 > r^2 \\ - & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

4.2 3D-N-Quoit 処理

Erosion 処理の結果,眼球の中心には半径 $R - r$ の濃度値の高い領域が生じる.この孤立性の領域を3D-N-Quoit処理で抽出する.この処理に用いるフィルタは,中空球状フィルタ(外径 $r_2$ ,内径 $r_1$ )である.この処理を数式で表現したものを以下に示す.なお $\oplus$ はMathematical Morphologyの表記法にしたがい,Dilation演算を意味する.

$$f_{HB}(x,y,z) = f(x,y,z) \oplus P(x,y,z) - f(x,y,z) \oplus HB(x,y,z) \\ = f(x,y,z) - f(x,y,z) \oplus HB(x,y,z) \quad (2)$$

$$HB(x,y,z) = \begin{cases} 0 & \text{if } r_1^2 < x^2 + y^2 + z^2 < r_2^2 \\ - & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

ここで,

- $f(x,y,z)$ : 入力画像
- $f_{HB}(x,y,z)$ : 出力画像
- $P(x,y,z)$ : ポイントフィルタ関数
- $HB(x,y,z)$ : 中空球状フィルタ関数

4.3 不要点除去

3D-N-Quoit処理によって,孤立性陰影の点がすべて抽出される.眼球以外の部位も抽出される可能性がある.眼球

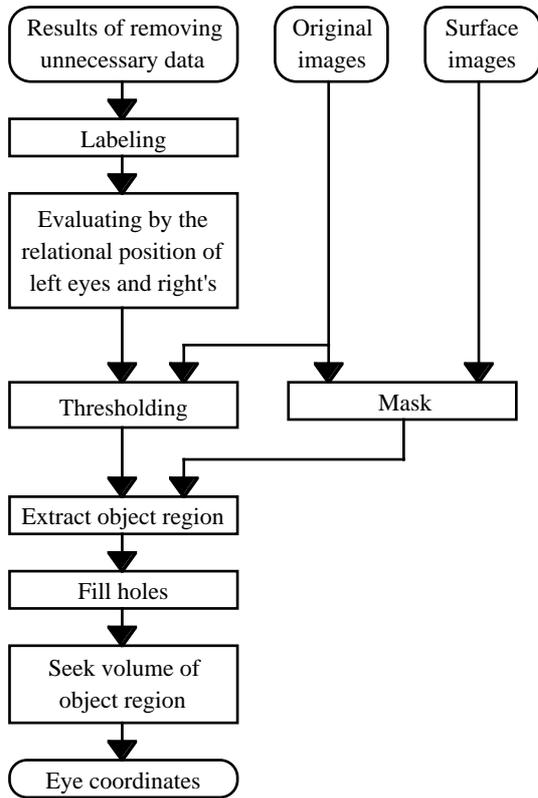


Fig.5 Evaluation of eye extraction

は頭部の正面にあり、頭表から眼球までのX軸方向の距離はそれほど大きくない。したがって、頭表からX軸方向に一定範囲外(7 ~ 12Pixels)に存在する3D-N-Quoitの出力点を除去する。

#### 4.4 評価

不要点を除去した結果画像に対して、眼球の特徴を用いて評価を行い、最後に眼球の中心座標を出力する。Fig.5に評価処理のフローチャートを示す。

##### 4.4.1 連結成分を調べる

不要点を除去した結果画像に対して、3D-N-Quoitの出力値が一番高い点から10番目までの点を取り、6近傍で連結成分を調べる。そして、各連結成分の重心を候補点とする。

##### 4.4.2 左右の眼球の相互位置で評価

左右の眼球中心座標間距離は一定の範囲内にあり、また左右の眼球中心座標は、頭表からの距離がほぼ等しい。これらの知識を用いて、各症例の左右の候補点のすべての組合せに対して評価を行う。

眼球間距離は式(4)のようにユークリッド距離値を用いて表すことができる。また、眼球から側頭までの距離は、左右の眼球候補点を通る直線上におけるそれぞれの頭表までの距離とし、式(5)のように表す。

$$ev1 = \sqrt{(x_L - x_R)^2 + (y_L - y_R)^2 + (z_L - z_R)^2} \quad (4)$$

$$ev2 = |w1 - w2| \quad (5)$$

ただし、

$(x_L, y_L, z_L)$ : 左眼候補点座標(点L)

$(x_R, y_R, z_R)$ : 右眼候補点座標(点R)

$w1$ : 点Lと点Rを通る直線上における、左眼候補点座標から頭表までの距離

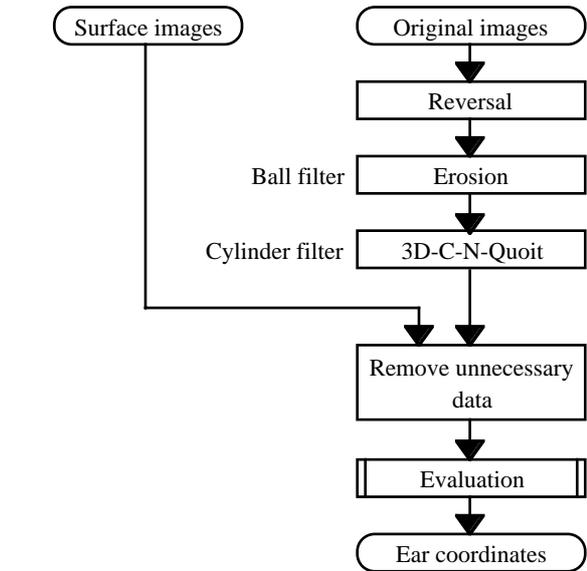


Fig.6 Flowchart of ear extraction

$w2$ : 点Lと点Rを通る直線上における、右眼候補点座標から頭表までの距離

$ev1$ は20 ~ 40Pixels, かつ $ev2$ は5Pixels以内であれば、左右の眼球の候補点組として採用する。

##### 4.4.3 体積で評価

上記の評価では、抽出した眼球の左右の位置情報だけを用いて、左右の眼球と思われる候補点の組合せを決定する。しかし、候補点周辺の形状情報を考慮に入れていないため、誤った組合せを選択する可能性がある。そこで、より正確な評価を下すために、上記の評価で選択された眼球の候補点に対して、その候補点を含む領域の体積を調べる。

眼球の半径は4 ~ 6Pixelsであるため(19症例を別途マニュアル計測した結果による)、眼球の体積は一定範囲内に存在するといえる。これらの特徴を利用して、4.4.2で選択した候補点が眼球とみなせるかどうかを確認する。

#### 5. 外耳道の抽出

2.2節で説明した外耳道のMR画像での特徴を利用して、外耳道を抽出する。ここでは、3章で説明した孤立性陰影抽出用の3D-N-Quoitフィルタを改良した3D-Cylinder-New-Quoit(3D-C-N-Quoit)フィルタを提案する。外耳道を抽出するフローチャートをFig.6に示す。以降、各処理について述べる。

##### 5.1 前処理

###### (1) 反転

外耳道は円筒状であり、その周辺に比べて濃度値が低い。3D-C-N-Quoitの検出能力を利用するために、画像を反転させ外耳道の濃度値を周辺よりも高くする。

###### (2) Erosion 処理

ノイズ除去、および外耳道を強調するために、Erosion処理を行う。このErosion処理には、Sagittal平面(矢状面)に垂直な棒状フィルタを用いる。棒状フィルタ関数 $B(x, y, z)$ を以下に示す。

$$B(x, y, z) = \begin{cases} 0 & \text{if } x = 0, y = 0, L_1 \leq z \leq L_2 \\ - & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

ただし、

$L_1$ : フィルタの左端のZ座標

$L_2$ : フィルタの右端のZ座標

### 5.2 3D-C-N-Quoit 処理

外耳道は、Sagittal平面に比較的垂直に位置し、かつ頭表からZ軸方向にある長さだけ存在する。上記の処理で、Sagittal平面上(XY平面)で孤立した濃度値の高い円形領域が、Z軸方向に連続したスライスで生じる。ここでは、4.2節で説明した3D-N-Quoit処理の中空球状フィルタの代わりに円筒状フィルタを用いる。円筒状フィルタを用いて、Z軸方向に連続した外耳道を抽出する。この処理を3D-C-N-Quoit処理と呼ぶ。円筒状フィルタ関数 $C(x,y,z)$ を以下に示す。

$$C(x,y,z) = \begin{cases} 0 & \text{if } r_1^2 < x^2 + y^2 < r_2^2, L_1 \leq z \leq L_2 \\ - & \text{otherwise} \end{cases} \quad (8)$$

ただし、

$r_1$ : 内径  $r_2$ : 外径

$L_1$ : フィルタの左端のZ座標

$L_2$ : フィルタの右端のZ座標

### 5.3 不要点除去

眼球抽出処理と同じように、3D-C-N-Quoit処理によって、外耳道ではない孤立性陰影の点も抽出される可能性がある。そこで頭表からの距離が一定範囲外(Z軸方向に0~12Pixels)に存在する3D-C-N-Quoitの出力点を除去した。

### 5.4 評価

不要点を除去した結果画像に対して、眼球との相互位置を用いて評価を行い、最後に外耳道の座標を出力する。Fig.7に評価処理のフローチャートを示す。

#### 5.4.1 連結成分を調べる

不要点除去した結果画像に対して、3D-C-N-Quoitの出力値が一番高い点から10番目までの点を取り、6近傍で連結成分を調べる。各連結成分の重心を候補点とする。

#### 5.4.2 眼球との相互位置で評価

左右の眼球を通る直線と、左右の外耳道を通る直線は、ほぼ平行であるといえる。そこで4章で抽出した眼球の中心座標を利用して、5.4.1で抽出した外耳道の候補点を絞り込む。

具体的には、まず左右の眼球を通る直線の方位角(直線をXY平面に投影したときのX軸とのなす角)と仰角(直線

とXY平面とのなす角)を求める。そして、5.4.1で得られた左右の外耳道の候補点の全ての組合せで作られる直線の方位角と仰角を求め、それぞれ比較する。この時、方位角と仰角の差が両方とも5度以内であれば、左右の外耳道の候補点として採用する。もし、複数の組合せが残った場合、方位角の差と仰角の差との和が最も小さい値となる組合せを最終候補点とする。

## 6. 実験

### 6.1 実験条件

実験に使用した症例の撮影条件などを以下に示す。

撮影機器: 0.5 T 超伝導 MRI

画素数: 128 × 128 × 128Pixels

分解能: 2mm

濃淡値: 16bits

症例数: 19症例

また、処理で用いたフィルタの大きさはTabel 1(単位はpixel)の通りである。

### 6.2 実験結果

#### 6.2.1 眼球の抽出結果

19症例について、眼球の中心座標を抽出した。そのうち1症例の結果をFig.8に示す。この図は3次元の各断面を示し、白線で示した交点が抽出した座標である。また、抽出した眼球中心座標とマニュアルで抽出した座標との誤差をTabel 2に示す。表中のカッコ内の値はx,y,z方向の誤差(単位はpixel)を表している。

#### 6.2.2 外耳道の抽出結果

19症例について、外耳道の座標を抽出した。そのうち1症例の結果をFig.9に示す。また、抽出した外耳道の座標とマニュアルで抽出した座標との誤差をTable 2に示す。

Tabel 1 The sizes of filters

Eye	Erosion	Ball filter( $r=3$ )
	3D-N-Quoit	Hollow ball filter( $r_2=5, r_1=4$ )
Ear	Erosion	Bar filter( $L=10$ )
	3D-C-N-Quoit	Cylinder filter( $r_2=4, r_1=3, L=5$ )



Fig.8 Result of eye extraction



Fig.9 Result of ear extraction

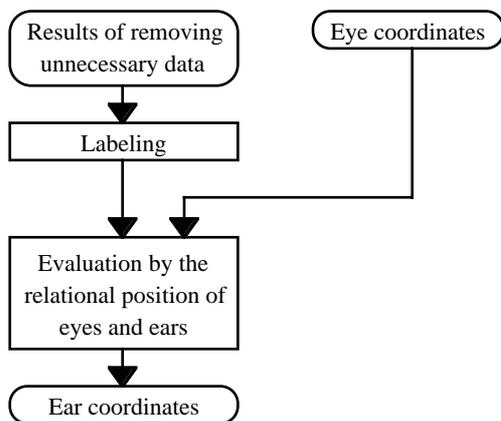


Fig.7 Evaluation of ear extraction

Tabel 2 Errors of eyes and ears

Number	Left eyes	Right eyes	Left ears	Right ears
1	(1,0,0)	(0,0,0)	(-1,1,1)	(-1,0,-2)
2	(-1,1,0)	(0,0,0)	(-1,0,-1)	(-2,0,0)
3	(1,0,0)	(0,0,-1)	(-1,1,2)	(-1,0,-2)
4	(1,0,0)	(1,0,0)	(-2,-1,0)	(-1,-2,1)
5	(2,0,1)	(1,1,0)	(0,-1,2)	(-1,-1,-1)
6	(1,0,0)	(1,0,0)	(0,-1,1)	(-1,2,-2)
7	(0,-1,0)	(0,-1,0)	(-1,0,1)	(0,1,-2)
8	(2,0,1)	(1,0,0)	(0,1,1)	(0,0,-1)
9	(1,0,0)	(1,0,0)	(-2,0,2)	(-2,0,2)
10	(1,0,0)	(1,1,-1)	(-1,0,0)	(-2,0,-1)
11	(0,0,-1)	(1,-1,0)	(-1,0,1)	(-2,1,0)
12	(0,0,0)	(1,-1,0)	(-1,1,1)	(0,0,-2)
13	(0,-1,-1)	(0,-1,0)	(-1,0,1)	(-2,1,0)
14	(1,0,0)	(1,0,0)	(1,0,2)	(-1,2,-2)
15	(1,0,0)	(1,-1,0)	(-1,1,0)	(-1,0,-1)
16	(0,-1,0)	(0,-1,0)	(-1,1,0)	(-1,1,-6)
17	(1,0,0)	(0,0,-1)	(0,1,1)	(-1,0,0)
18	(1,0,0)	(1,-1,0)	(0,0,1)	(-2,-1,-1)
19	(1,0,1)	(1,-1,0)	(-1,1,0)	(-1,1,-2)

参考文献

[Vernazza87] G.L. Vernazza, S.B. Serpico, S.G. Dellepian : Knowledge-based system for biomedical image processing and recognition, IEEE Trans. Circ. Syst., CAS-43-II, 1399-1416, 1987

[ME 誌特集 89] 特集 : 医用 3 次元画像処理の技法と応用, 日本 ME 学会誌, 3-8, 1-53, 1989

[Robb89] R.A. Robb, C. Barrilot : Interactive display and analysis of 3-D medical images, IEEE Trans. Med. Imag., MI-8-3, 217-226, 1989

[Kennedy89] D.N. Kennedy, P.A. Filipek, V.S. Caviness, et al : Anatomic segmentation and volumetric calculations in nuclear magnetic resonance imaging, IEEE Trans. Med. Imag., MI-8-1, 1-7, 1989

[Bomans90] M. Bomans, K.H. Hohne, U. Tiede, et al : 3-D segmentation of MR images of the head for 3-D display, IEEE Trans. Med. Imag., MI-9-2, 177-183, 1990

[江 91] 江浩, 鈴木秀智, 鳥脇純一郎 : エッジ情報を組み入れた 3 次元領域拡張法による頭部 MRI 画像のセグメンテーション, 医用電子と生体工学, 29-3, 16-23, 1991

[鈴木 87] 鈴木秀智, 鳥脇純一郎 : 頭部 MRI 画像の知識に基づく自動セグメンテーションと 3 次元表, 医用電子と生体工学, 25-1, 1-7, 1987

[Li93] C. Li, B. Goldgof, L.O. Hall : Knowledge-based classification and tissue labeling of MR images of human brain, IEEE Trans. Med. Imag., MI-12-4, 740-750, 1993

[Liang94] Z. Liang, J.R. MacFall, D.P. Harrington : Parameter estimation and tissue segmentation from multispectral MR image, IEEE Trans. Med. Imag., MI-13-3, 441-449, 1994

[Vanden95] P.A. Vanden Elsen, J.B.A. Maintz, E.-J. D. Pol, et al : Automatic registration of CT and MR brain images using correlation of geometrical features, IEEE Trans. Med. Imag., MI-14-2, 384-396, 1995

[松野下 93] 松野下純一, 赤松茂, 山本眞司 : トップダウン型画像認識システム Tops とその MRI 画像認識への応用, 信学論 D-II, J76-D-II-2, 304-314, 1993

[江 95] 江浩, 今尾雅尚, 山本眞司 : モデル駆動型画像解析アルゴリズムを用いた 3 次元頭部 MRI 画像中の軟部組織の自動抽出, 医用電子と生体工学, 33-3, 214-222, 1995

[江 94] 江浩, 松下聡, 山本眞司 : 3 次元頭部 MRI 画像における軟部組織の精密抽出, Proc. 3D Image Conf. '94, 263-268, 1994

[松下 95] 松下聡, 江浩, 山本眞司 : 3 次元 Zero-Crossing 情報を用いた頭部 MRI における軟部組織精密抽出, Proc. 3D Image Conf. '95, 144-149, 1995

[Haralick87] R.M. Haralick, S.R. Sternberg, X. Zhuang : Image analysis using mathematical morphology, IEEE Trans., PAMI-9-4, 532-550, 1987

[三輪 96] 三輪輪子, 山本眞司, 松本満臣, 他 : 肺癌病巣候補自動抽出アルゴリズムの改良, 第 6 回コンピュータ支援画像診断学会大会論集, V-2, 135-136, 1996

[磯部 93] 磯部義明, 大久保なつみ, 山本眞司, 他 : 孤立性陰影抽出用 Quoit フィルタの性質とその乳癌 X 線陰影抽出への応用, 信学論, J76-D-II, 2, 279-287, 1993

[Tiu93] W. Tiu, 磯部義明, 山本眞司, 他 : 孤立性陰影抽出用 N-Quoit フィルタの性質, 情処第 47 回全国大会講演論文集, 2, 161-162, 1993

[Kass88] M. Kass, A. Witkin, D. Terzopoulos : Snakes: Active Contour Models, International Journal of Computer Vision, 321-331, 1988

7. 考察

19症例に対する実験の結果はすべて正しく抽出できた。また Tabel 2 から, 眼球の抽出座標とマニュアルで抽出した座標との誤差は 約1 ~ 2Pixels程度であることが分かる。外耳道の抽出結果も誤差は 1 ~ 2Pixels 程度になっているが, 症例 16 の右外耳道だけが Z 軸方向で -6Pixels と大きな値になっている。これは, Snakes を使った頭表領域の抽出精度が悪く, マニュアル抽出との誤差が大きくなったためである。

8. まとめ

本研究では, 3 次元頭部 MR 画像を対象とした軟部組織自動抽出システムの前処理として, 基準点の自動抽出を試みた。我々は 基準点を眼球と外耳道に設定し, Mathematical Morphology を基礎とする孤立性陰影を抽出する 3D-N-Quoit 処理と, それを拡張した 3D-C-N-Quoit 処理を用いた基準点抽出アルゴリズムを開発した。

19症例に対して実験したところ, 自動抽出した座標とマニュアル抽出した座標との誤差が約1 ~ 2Pixels以内という良好な結果が得られた。

今後の課題は, 症例数をさらに増やして本手法の再確認を行うことである。

著者紹介



黄 惠 (Huang Hui)

1969年生 .1992年中国重慶建築工程大学・計算機工学卒 .1998年豊橋技科大大学院修士課程修了 .現在日立製作所情報システム事業部に勤務 .



奥村 俊昭 (おくむら としあき)

1972年 .1995年豊橋技科大・知識情報卒 .1997年同大大学院修士課程修了 .現在同大大学院博士後期課程在学中 .画像処理・画像認識の医学情報処理への応用に関する研究に従事 .



江 浩 (Jiang Hao)

1982年中国合肥工業大学・機械卒 .1988年福井大学大学院修士課程修了 .1992年名古屋大学大学院博士課程修了 .同年豊橋技術科学大学助手 .1996年郵政省通信総合研究所主任研究官 .現在に至る .工学博士 .パタン認識, 画像処理, および, その医用画像への応用に関する研究に従事 .



山本 眞司 (やまもと しんじ)

1949年生 .1966年名大・工・電子卒 .同年日立製作所中央研究所入所 .1974年同所主任研究員 .1980年同所研究部長 .1987年日立製作所工場開発部長 .1990年豊橋技術科学大学教授 .現在に至る .文字認識の研究, 医用画像処理の研究などに従事, 工博. 著者(共著):「パタン認識とその応用」, 「医用画像処理」ほか .

## Extraction of Base Points in 3-D MR Brain Image

Hui HUANG<sup>\*1</sup>, Toshiaki OKUMURA<sup>\*1</sup>, Hao JIANG<sup>\*2</sup>, Shinji YAMAMOTO<sup>\*1</sup>

\*1 Toyohashi University of Technology

\*2 Communications Research Laboratory

**Abstract** We are trying to develop a system by which the soft tissues of cerebrum, cerebellum and brain stem can be extracted automatically from 3-D MR brain image. In the preprocessing of this automatic extraction system, it is important to decide the rough position and size of soft tissues by matching with the model images. In this paper, we discussed about the automatic extraction method of the base points, i.e. eyes and ears, which are necessary in matching the model images and input images in 3-D MR brain images. We developed the extraction algorithm of eyes and ears, by using 3D-N-Quoit processing and 3D-C-N-Quoit processing, which are sensitive to extract the isolated shadow based on Mathematical Morphology. This method was applied for 19 samples of 3-D MR brain images, and was proved to be effective.