

## トップダウン型の3次元画像認識システムTOPSにおける 精密領域決定手法の開発

1K-3

江 浩 今尾雅尚 山本眞司  
豊橋技術科学大学 知識情報工学系

### 1. まえがき

医療機器の発展に伴ない、3次元画像(多断層像)が医療診断において応用されるようになってきた。その3次元画像から組織、器官などを自動抽出し、3次元表示を行なう手法が診断、手術計画などに有用と考えられている。当研究室では画像中より任意組織を自動抽出する画像認識システムTOPS(Top Down Parallel Pattern Recognition System)の開発を行ない、頭部3次元MRI画像に適用した[1-3]。しかし、現在までの結果は各組織に対して、大まかな位置、及び形状の認識にとどまり、より精密な領域認識手法の開発が必要である。そこで、本研究では現在の認識結果を基に、モデル駆動の精密領域決定手法を開発し、実験した結果を報告する。

### 2. TOPSの概要

TOPSは、あるモジュールが関係ネットワークでつながれた下位階層のモジュールに候補領域の抽出を依頼し、得られた候補をモジュール内で定義されたモデルと照合し正しい候補を選び出す、という階層構造になっている。3次元頭部MRI画像を対象とした具体的なシステムは以下のような階層構造になる(図1)。Level1: 脳は大腦, 小脳, 脳幹からなる抽象モデル、及び各組織の相対位置と頭部における脳の位置関係モデルを用いて照合処理によって認識する。Level2: 各組織に対して形状モデルと特徴量モデルを用意する。形状モデルは下位階層の画像処理のフィルタ

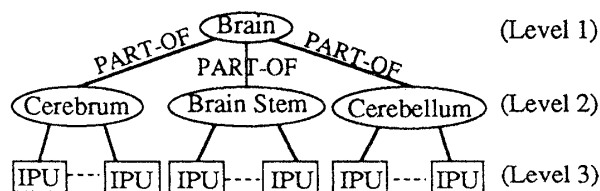


図1 TOPSの全体構成(IPU:Image Processing Unit)

形状として使用する。各組織の認識は、体積、球形度、疑似主軸傾きなどの特徴量を用いた特徴量モデルとの照合処理によって行なわれる。

Level3:画像処理を行ない、各組織の候補フレームを上位に戻す。この階層の画像処理では3次元オープニング処理とPタイル法を組み合わせて候補フレームを抽出する。この時、パラメータを種々変更した複数組の処理を並行的に行なうので、候補フレームの数は多数になる。

### 3. 精密領域決定手法

画像内の領域抽出は数多くの手法が提案されているが、ローレベルの処理がほとんどであるので、画像におけるノイズの影響、領域内部の濃度変動によって、正確な領域抽出が困難な場合が多い。そこで、人体の組織、器官などを認識対象とする場合には、解剖学的知識、すなわち組織、器官などの大きさや形状、あるいはそれらの相対関係などを用いることが有効と考えられる。

現在のシステムは、この考えに基づいて組織の形状をマクロにとらえ、それをモデル情報として画像処理を行なう下位階層に引き渡し、下位階層の画像処理では、そのモデル形状を領域抽出するためのフィルタ形状として使用することによって、知識処理と画像処理の統合化を図っている。例えば、大腦を二つの楕円体、小脳を二つの接している球、脳幹を曲がっている杖状のようなものでマクロにモデル化している。

以上の処理は大まかな形状情報のみを使用しているため、当然ながら、各組織に対する大まかな位置、及び形状の認識(以下粗領域と呼ぶ)を行なうにとどまり、正確な領域抽出に至っていない。従って次のステップとして、より正確な大きさ情報と形状情報を持った精密領域抽出処理が必要である。

そこで、今回は、正確なモデル情報、及び原画像の持つ濃淡情報とエッジ情報などを併用して精密な領域抽出を試みた。具体的な手法は次の通りである。

まず、手入力により各組織の正確な形状モデルを一例作成した。次にこのモデルの汎用性を高めるために上記モデルの境界面及びその内部の重みを10、モデル境界面の外皮境界面を9、以下順次外皮に向かって重み

A Technique of Precise Region Extraction for Top-down  
3-D Image Recognition System TOPS

Hao Jiang, Masanao Imao, and Shinji Yamamoto

Knowledge-Based Information Engineering Department,  
Toyohashi University of Technology

を下げ、1に至る重みを有する新しいモデル（ゴムモデルと呼ぶ）を作成した。

また、既に自動抽出された組織の粗領域と、上記手入力により生成されたモデル領域（以下精密モデル領域と呼ぶ）との積集合を取り、それを領域抽出の核（シード領域と呼ぶ）とする。

この処理により、シード領域は精密モデル領域の内部に含まれることになるので、次はシード領域を核として3次元領域拡張を行なえばよい。その拡張処理はシード領域の境界面上のすべての点に対して行なわれる。すなわち、境界面上のある点に注目して、その注目点を中心とした小領域Aを選ぶ。さらにその小領域においてシード領域に属する部分 $A_{in}$ と、属さない部分 $A_{out}$ に分け、次の条件のすべてを満足すれば、 $A_{out}$ を領域の一部分としてシード領域に取り込む[4]。

(条件1) $A_{in}$ と $A_{out}$ の濃淡値の差が決められたしきい値より小さい。

(条件2) $A_{out}$ においてエッジ画素数が決められたしきい値より少ない。

(条件3)ゴムモデルにおいて、 $A_{out}$ に対応する領域の重みの平均値を求め、その平均値が一定値以上である（モデル境界面から外側に大幅にはみ出さない条件）。

なお（条件2）におけるエッジ画素数とは、予め原画像を微分処理し、一定値以上を1、それ以下を0とした2値画像における1の領域部分をいう。

一回の拡張処理が終了したら、今回と前回の体積を比較して領域の増加率を調べる。この増加率が決められたしきい値より大きければ、得られた領域を新たなシード領域として、領域拡張を再帰的に行なう。増加率がしきい値以下であれば、拡張終了とみなし、領域抽出を完了する。

#### 4. 実験と考察

以上の手法の有効性を確認するために、頭部MRI画像中から、大脳、小脳、脳幹を自動抽出する実験を行った。実験には、0.5T超電導MRIにより撮像された128x128x128画素(画素間隔2mm,分解能2mm)、濃度値16bitからなる症例を用いた。

抽出結果を図2に示す。これは抽出された領域の境界面（断面像においては線となり、白線により表示されている）と原画像の重ね合わせ表示である。抽出された領域の形状は抽出したい領域とほぼ一致しており、この結果から、本手法は有効であると言える。但し、詳細な部分を観察すると、多少の取りこぼし、はみ出しが存在する。これはモデル情報と実画像の持つ

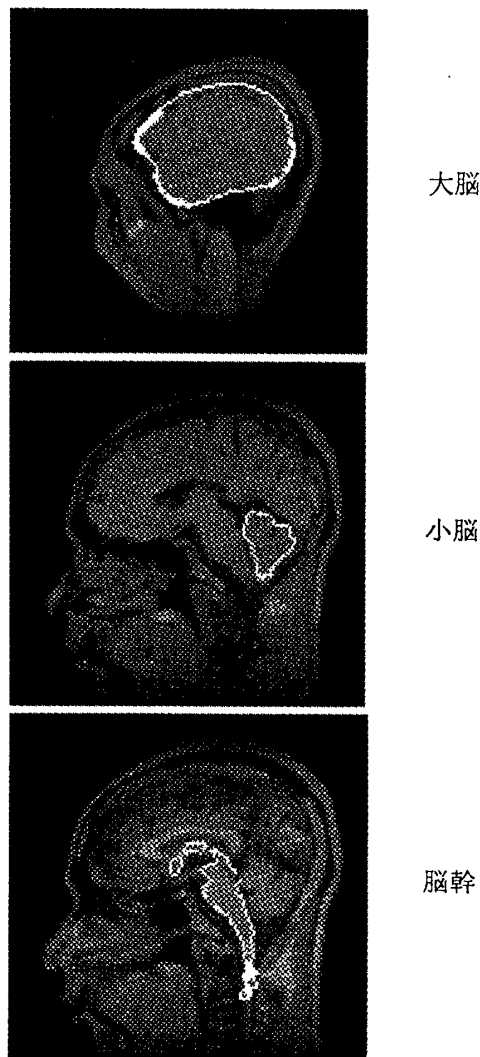


図2 原画像と抽出結果（白線）の重ね表示情報のずれによるものと考えられる。

#### 5. むすび

大脳、小脳、脳幹等の各組織の3次元領域を精密決定する手法として、3次元的なモデル情報と入力原画像の濃淡情報を併用する領域抽出の一手法を提案し、その有効性は確認した。

今後の課題は、モデル情報と実画像の持つ情報のずれを解消する手法の開発や、症例数を増やして本手法の細部確認をすることなどが挙げられる。

#### 文献：

- 1.松野下純一，他，信学論D-II，VolJ76-D-II，No.2，pp.304-314(1993)
- 2.今尾雅尚，他，信学春季全大，D-493(1993)
- 3.今尾雅尚，他，1993年度人工知能学会全大，pp.499-502
- 4.江 浩，他，信学論D-II，VolJ74-D-II，No.12，pp.1651-1660(1991)