

## 頸動脈の形状記述に基づく動脈硬化判定法の提案

和田 惇† 鈴木 秀智† 太田 義勝†

†三重大学大学院 工学研究科 情報工学専攻

### 1 はじめに

非造影の MR 装置を用いた健康状態の把握に関しては、X 線被曝がないことや、患者への負担が少ないということもあり利用者数が増加している。それに伴い得られた MR 画像を診て診断を下す医師の仕事量も膨大なものとなっている。また、脳ドックの実施に伴って頸部の MR 画像を同時に撮影する機会が多いので、それを利用すれば脳の疾患だけでなく頸部に表れる動脈硬化の早期発見にも役立てることが出来ると考えられる。本研究では、MR 画像を用いた画像診断における医師の負担を軽減するために MR 画像から血管を精度良く自動抽出する方法を提案し、動脈硬化に対する危険度を自動判定するための手法についての考察を述べる。

### 2 関連研究

これまでの血管抽出の研究に関しては、多くの場合が血管領域を鮮明に映し出せる X 線 CT スキャンや造影法により得られた画像を用いて行われている [1][2][3] が、これは撮影時に患者に多くの負担を強いるものなので、病巣がある可能性の高い患者への適応には有用であるが、検診等による健康な人への適応には向いていない。健康な人が検診を受ける場合には非造影 MR 装置を用いたほうが受診者側の体への負担は少なくなる。ただし、血管領域が鮮明に映し出し難い非造影 MR 画像を用いた研究は脳血管の抽出 [5] 等に用いられているものの十分に行われているとは言えない。そこで非造影 MR 画像からより精度の高い血管抽出を行い、さらに形状記述を行い動脈硬化の危険度を判定するための一手法について考える。

### 3 提案手法

#### 3.1. 血管領域の抽出について

MR 画像中には輝度値に注目すると大きく分類して背景、血管外領域、血管領域の 3 クラスが存在する。2 クラス分類を行う方法として判別分析法が知られており、今回の場合も判別分析法を段階的に適応させるこ

とで血管領域のみを抽出し、その抽出領域を血管核と呼ぶこととする。

さらに精度良く血管を抽出するために血管核の周囲の画素が血管領域に含まれるか判定を行う手法として以下の 2 手法を導入した。

- 手法 A. 血管核の周囲で領域分割を行い領域が血管に含まれるかを判定、併合する方法。  
具体的には血管核を 5 回膨張した画像を周辺画像とし、周辺領域の各画素を濃度値に基づき逐次的に併合した。
- 手法 B. 各血管核毎にもう一度局所的な判別分析法を行う方法。  
具体的には上記と同様にして得られた周辺画像と血管核を含めた領域に対して判別分析法を実行した。

#### 3.2. 血管形の形状記述について

動脈硬化の危険度判定のためにはまず血管形を形状記述し、そこから病変部の特徴を見付けだす必要がある。そこで本研究ではまず形状記述を行う方法について様々な方法を試してみることにした。形状記述のための方法として第一に曲率を用いる方法を試してみた。曲率とは、図形上の 3 点で構成される円の半径の逆数をとったものである。注目点と他の点で決まる直線の垂直 2 等分線を求め、その交点を円の中心とすれば 3 点を通る円の各パラメータを求めることができる。もし 3 点が同一直線上にあれば半径は無量大となるので、曲率を 0 とする。また、3 点と重心の位置関係により、注目点が血管形の凸部分か凹部分かを判定し、凹部分の時には曲率に負の値を返すこととした。

今回の場合、2 次元曲率によりスライス内の血管形を調べるものと、3 次元曲率により血管の走行を調べるものが考えられるが、まずは前者の手法を以下の処理を行うことで各血管領域について調べることにした。

1. ラベリング処理を施し、形状を調べる血管を決める。
2. その血管のアウトラインを抽出する。
3. 境界線追跡を行いながら一点おきに 3 点を決め、曲率を計算する。

An arteriosclerosis judgment method based on shape description of the carotid artery

†Atsushi Wada †Hidetomo Suzuki †Yoshikatsu Ohta  
†Division of Information Engineering, Graduate School of Engineering, Mie University

## 4 実験と考察

### 4.1. 血管領域の抽出

目視での血管抽出画像と提案手法で得られた抽出結果を比較し、それぞれの方法での精度を出す。

精度評価では目視により抽出した血管領域と比較した。ただし、境界の曖昧なところ(パーシャルボリューム効果による)を血管に含めるようにしたため、大きめの血管が得られた。この取りすぎ部分による評価値の過度の低下を防ぐために、重み付けによる精度測定を採用した。重みには原画像の輝度値を使用した。さらに、ここで評価するスライスを今後の実験において必要と思われるスライスのみに限定した。

Table 1: Comparison of precision 1 [%]

	血管核	手法 A	手法 B
TP	92.93	93.56	93.89
FP	0.15	0.23	0.17
最低精度	78.48	81.28	78.48

Table.1 より、手法 B が手法 A より良い精度で、かつ血管の過抽出も抑えた血管抽出が行えている。

手法 B では最低精度についても高い結果が得られたことから、精度の良い血管抽出手法としてその有効性が確認出来たので、血管の抽出としては手法 B を採用することとした。



(a)Input image (b)Output image  
Fig 1: Slice image

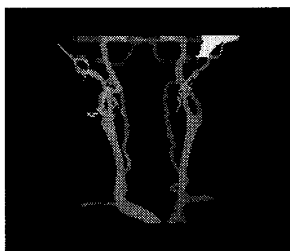
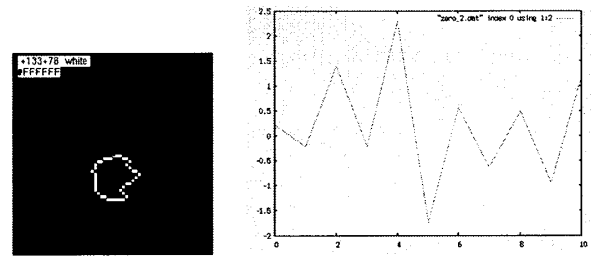


Fig 2: 3D image

### 4.2. 血管形の形状記述について

血管のアウトラインを Fig.3(a) に示す。ここから曲率を計算すると、血管の凹凸が読み取れることが確認できた。また、曲率のグラフから、正負の移り変わりをリスト化した。この図 Fig.3(b) からは形状の違いを表現できる可能性が確認された。



(a)Outline (b)Graph of zero-cross

Fig 3: Quantity of feature

## 5 おわりに

本研究では、非造影 MR 画像を用いて血管を精度良く自動抽出する方法を提案し、動脈硬化に対する危険度を自動判定するための手法を実装するための足掛かりとして曲率を用いた形状記述についての考察を行った。

血管の抽出に関しては、TP の値として 90 % 以上の精度での抽出に成功した。また、最低精度の底上げについても調査を行い、70 % 以上の精度にすることができた。

今回行った曲率を用いた形状記述では、凹凸部以外にも曲率に大きな影響を与えている部分があるので、その部分をうまく処理できるように改良しなければならない。形状記述の方法としては他にもフーリエ記述子を用いた方法など様々な手法が提案されており、それを血管画像に適応させることも今後検討していく。

## 参考文献

- [1] 呂山, 英保 茂, "X 線造影画像からの冠動脈血管の自動検出", Med.Image.Tech Vol.10 No.5 December 1992
- [2] 久保 満, 戸崎 哲也, 仁木 登, 中川 晋一, 江口 研二, 金子 昌弘, 大松 広伸, 森山 紀之, 山口 直人, "Thin Section CT 画像を用いた肺血管抽出アルゴリズム", 電子情報通信学会・信学技報, 1997
- [3] 宋 在旭, 清水 昭伸, 長谷川 純一, 鳥脇 純一郎, 森 雅樹, "Deformable Model を用いた胸部 X 線像からの血管影の自動抽出手順", MEDICAL IMAGING TECHNOLOGY Vol.17 No.5 September 1999
- [4] 関口 博之, 杉本 直三, 英保 茂, 花川 隆, 浦山 慎一, "枝単位リージョンローイングによる頭部 MRA からの血管抽出", 電子情報通信学会論文誌 D-2 Vol.J87-D-2 No.1 pp.126-133 2004 年 1 月
- [5] 関口 博之, 杉本 直三, 英保 茂, 花川 隆, 浦山 慎一, "枝単位リージョンローイングによる頭部 MRA からの血管抽出", 電子情報通信学会論文誌 D-2 Vol.J87-D-2 No.1 pp.126-133 2004 年 1 月