

頭部 MRI, MRA 画像における共通特徴点からの 位置合わせ手法

中村 慶太† 藤原 俊朗†† 上野 育子†† 亀田 昌志†

†岩手県立大学 ソフトウェア情報学部

††岩手医科大学 先端医療研究センター

1. はじめに

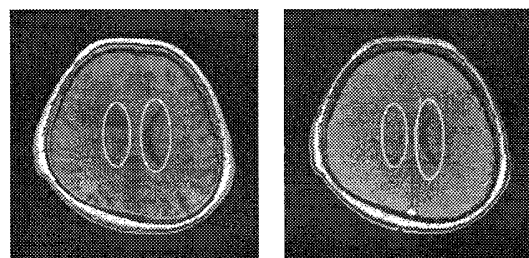
人間における全ての機能を司る脳における疾患は、重篤な臨床症状を呈するため、その確実でかつ早期の診断は非常に重要である。現在、医療の現場では CT(Computed Tomography)に加え、MRI(Magnetic Resonance Imaging)や MRA(Magnetic Resonance Angiography)が画像診断に利用されている。MRI は主に脳の解剖学的構造の把握や疾患部・腫瘍などの発見に、MRA は血管の狭窄や動脈瘤の診断に用いられ、臨床師は各画像の情報を相互に使い、頭の中で統合し診断を行っている。しかし、これらの画像は同時期、同姿勢で撮影されるとは限らず、位置のずれが生じてしまうため、同一患者における比較検討が困難な場合が生ずる。近年、高磁場にて撮像された MRI や MRA データは数百枚にも及ぶ断面として取得されるため、これらの各画像から医師がずれを考慮し診断するのは手間と時間を要する作業である。そのため、ソフトウェアによる各画像の統合処理、3次元画像化が求められている。このとき、統合処理において重要な課題となるのが各画像間での位置合わせである。本研究では、脳を対象とした MRI, MRA の共通特徴点から位置合わせする手法を提案する。

2. 画像からの特徴点の抽出

異なるモダリティにて獲得された医用画像を統合する研究として、距離画像を用いた PET と MRI の融合手法[1]や、心臓部表面エッジに基づいた位置合わせ手法[2]などが提案されている。しかし、PET や SPECT 画像は機能情報に特化しており、組織の形状は明確に写し出されない。そのため、それぞれの画像と MRI を比較すると、同じ部位を撮影したものでも形状が異なるため、注目部位のエッジを特徴点として位置合わせをした場合、ずれが残る結果となっている。

そこで、本研究では MRI, MRA の両画像を見比べ、同じ形状を持ち、かつ、明確にできる、脳室の形状を特徴点とした抽出を行う。

図1は 3.0 T MRI 装置にて撮影された髄膜腫症例の MRI 画像(T1 強調画像)および MRA 画像である。MRI では脳溝、脳室などの組織が明瞭に写し出されており、MRA においては血管が画像中の白色高信号として写し出されている。図1において丸で囲んである部分が、今回特徴点として使用する脳室である。



(a) MRI 画像 (b) MRA 画像

図1 MRI, MRA における脳室

3. 位置合わせ処理手順

実際の位置合わせ処理の流れは、

- 1) 脳室抽出：しきい値処理, 2 値化
- 2) 輪郭線抽出：3次元ラプラシアンフィルタ
- 3) 位置合わせ：脳室領域切り出し, 評価値算出

となっている。対象は、図1の MRI(512x512x248[pixel])及び MRA(512x512x192[pixel])各ボリュームデータとする。各処理について以下に説明する。

3.1. 脳室抽出

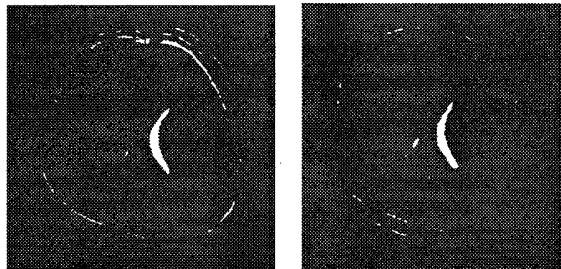
図1の MRI の画像において、脳領域に存在する脳室は周辺の輝度との差が明瞭である。MRA 画像では脳室自体の輝度こそ周辺の脳領域とさほど変わらないが、脳室の輪郭は明確に描出。脳室の輝度分布は全体の中で一定の部分に集中しているため、MRI, MRA のボリュームデータ

Position match for MRI/MRA Brain Images focused on common Characteristics

Keita NAKAMURA†, Shunrou FUJIWARA††, Ikuko UWANO††, Masashi KAMEDA†, †Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University, ††Advanced Medical Science Center of Iwate Medical University

に対し、単純なしきい値処理を行うことで、MRI, MRA 共に脳室形状を抽出することができた。

また、輪郭線を抽出する際に、脳室内部の輝度変化による微小なエッジが検出されないように、抽出された脳室に対し、2 値化処理を行った。この処理によって得られた画像が図 2 である。

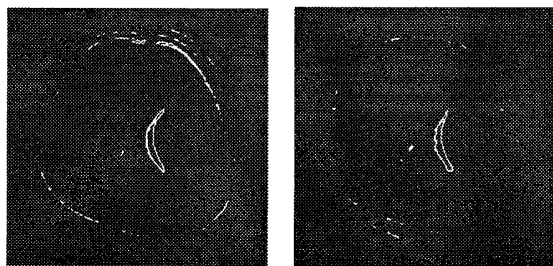


(a) MRI 画像 (b) MRA 画像
図 2 脳室の抽出

3.2. 輪郭線抽出

本研究では、位置合わせを脳室の輪郭線のみで行う。これは、脳室全体で判定を行うとノイズによる影響を受け、誤判定を起こす可能性があるためである。

そこで、本研究では 2 値化された画像から輪郭線を抽出する。MRI, MRA の脳室抽出画像に対し、3 次元ラプラシアンフィルタを適用し、輪郭線(脳室エッジ)を抽出する。抽出後の画像が図 3 である。



(a) MRI 画像 (b) MRA 画像
図 3 脳室エッジ画像

3.3. 位置合わせ処理

抽出された MRI, MRA 両画像の輪郭線画像から位置合わせを行う。

位置合わせは、脳室エッジを判定条件とするが、3.2.で抽出された画像は頭皮などの領域も含まれ、誤判定を起こす可能性があるため、MRI, MRA のボリュームデータから脳室領域だけを切り出し、その領域のみを利用し位置合わせを行った。

位置合わせ処理は切り出した領域の脳室エッ

ジボリュームデータを使用し、位置合わせの判定はエッジの重複度で判定する。MRI 画像を固定し、MRA 画像を z 軸, y 軸, x 軸方向に回転・平行移動させ、重なったエッジポイントの総数を判定条件とし、エッジポイントの総数が一番多くなった部分の回転・平行移動量を選択することで位置合わせを行う。

4. 実験と結果

実験では、位置合わせ処理において、回転処理は z 軸, y 軸, x 軸それぞれの変化量を 1° ずつ回転させ、平行移動についても、全軸方向に 1 ピクセルずつ平行移動することで行う。回転は全軸方向に $\pm 10^\circ$ の範囲で回転させ、平行移動については ± 35 ピクセルの範囲で行った。

結果として本画像では MRA 画像に対して、z 軸回りに -1° , y 軸回りに 0° , x 軸回りに -4° 回転したのちに、z 方向に 33, y 方向に -13 , x 方向に -18 ピクセル平行移動することで MRI との位置合わせを行えばよいことがわかった。

5. むすび

本研究では人間頭部の MRI, MRA 画像両画像において共通に認識可能であった脳室に着目し、その輪郭形状を用いた位置合わせ手法を提案した。MRI, MRA 両画像の脳室とその輪郭を抽出し、その輪郭同士の重なりに注目した判定法により、ずれを算出することが可能であった。今回算出された回転・平行移動量を画像に適用したのち、MRI, MRA 画像を重ね合わせ、統合画像を作成する予定である。また、本手法では 3 次元データを用いて位置合わせ判定を行うため、処理時間が膨大となってしまう。そのため、アルゴリズムの最適化や、位置合わせ処理の際の回転・平行移動範囲の絞り込みによる時間短縮も今後の課題となる。

謝辞

MRI, MRA データを提供していただきました岩手医科大学脳神経外科に深謝いたします。

参考文献

- [1] 松尾,白井,高橋,黒石,小高,小倉,岡沢,米倉,"距離画像を用いた 3 次元脳画像の融合手法の検討," 信学技報,vol.105,no.579,pp.9-12,Jan.2006.
- [2] 柴田,深見,湯浅,呉,武田,赤塚,"MRI と SPECT の自動統合表示の試み," 信学技報,vol.103,no.598,pp.83-88,Jan.2004.