

2V-2

3次元医用画像の融合における3次元フィルタの設計 — MR と PET の画像の3次元融合手法 —

松尾 成浩[†] 白井 治彦^{††} 高橋 勇^{††} 黒岩 丈介^{††}
小高 知宏^{††} 小倉 久和^{††} 岡沢 秀彦[‡] 米倉 義晴[‡]

[†] 福井大学大学院知能システム工学専攻 ^{††} 福井大学知能システム工学科 [‡] 福井大学高エネ研究センター

1 はじめに

近年，計算機や記憶媒体の性能が急速に進歩するに伴ない，医用画像で用いる画像サイズも格段に大きくなり，512×512 というものも珍しくなくなってきている．このように大きな画像に対して，従来のような3×3 のようなデジタルフィルタを用いても，所望の結果が得られるとは到底考えられない．まして，3次元データを対象とすると，なおさらである．

本報告では，3次元データの境界領域を抽出可能なデジタルフィルタを設計することを研究の目的としている．そして，将来的には，抽出した脳領域の境界部分を用いて，人間の頭部を撮影した3次元のMR画像とPET画像の融合を行なうことを目的としている．

2 3次元エッジ抽出デジタルフィルタの設計

まず最初に，対象とする画像の横断面に対するデジタルフィルタを設計する．これは，大きな画像に対してはたして，フィルタのサイズが本当に重要であることを調べるためである．

本報告では，3×3，5×5，7×7の3種類の異なるサイズのデジタルフィルタを対象とした．実際の研究では，上記のサイズの様々なものを実際に設計し，実際の画像に適用してみたが，ここではその中の各サイズの特徴的なものを3つを，以下に与える．

$$F_3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$F_5 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & -4 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$F_7 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -0.5 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -0.5 & -1 & -0.5 & 1 & 0 \\ 1 & -0.5 & -1 & -4 & -1 & -0.5 & 1 \\ 0 & 1 & -0.5 & -1 & -0.5 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -0.5 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (3)$$

実際に研究に用いた画像は，福井大学高エネルギー医学研究センターから提供していただいた，3次元頭部MR画像である．画像は512×512×256のボクセルデータである．また，この画像のある横断面（図1）に対し，これに上記3種類のフィルタを施した．得られた結果は，式（2）の5×5の場合が，最もエッジを強く抽出しており，また，画像の強度変化が小さくなっていった．更に，脳の組織内でもある程度エッジを抽出できている．フィルタの数値を様々変えて実行してみたが，いずれの場合も，5×5が最も良い結果であった．図2に式（2）の結果を与える．以上より，今回のデータに対しては，5×5のサイズのフィルタリングが望ましいと考えられる．

最後に，3次元デジタルフィルタは，3×3×3のものが提案されているが[1]，今回のデータでは，このフィルタをもとにして，5×5×5の3次元エッジ抽出フィルタに拡張及び設計を行った．設計した3次元

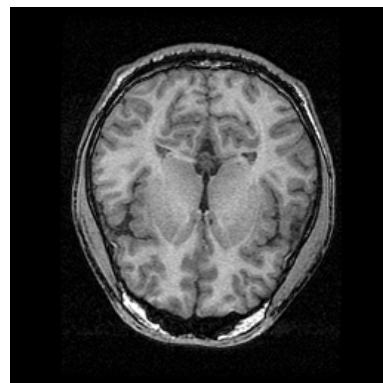


図 1: 3次元 MR 画像から取り出した横断面

3 dimensional digital filter in fusing 3 dimensional medical images
— 3 dimensional fusing method for MR and PET images —

Graduate Course of Human and Artificial Intelligent System, University of Fukui (†)
Department of Human and Artificial Intelligent Systems, University of Fukui (††)
Biomedical Imaging Research Center, University of Fukui (‡)

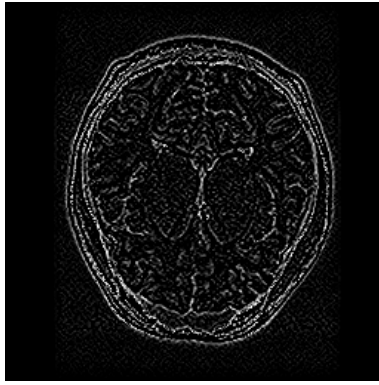


図 2: F_5 フィルタの結果

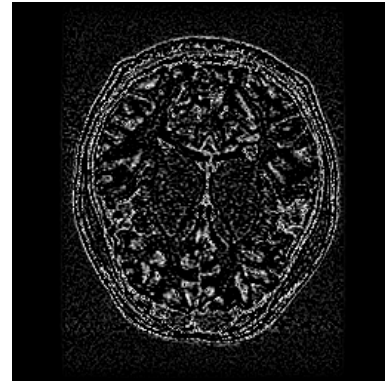


図 3: 3次元エッジ抽出フィルタの結果

デジタルフィルタを以下に与える .

$$F = \begin{bmatrix} F_{z+2} \\ F_{z+1} \\ F_z \\ F_{z-1} \\ F_{z-2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$F_{z+2} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$F_{z+1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$F_z = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & -12 & -1 & 1 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$F_{z-1} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$F_{z-2} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (9)$$

このフィルタは、注目しているボクセルデータの z 軸方向の値を z とすると、そこでの横断面に対して F_z を適用し、 z 軸方向の座標値が ± 1 ずつ変化するに従って、 $F_{z\pm 1}$ 及び $F_{z\pm 2}$ を各横断面に適用する .

この 3次元エッジ抽出フィルタを、実際の 3次元 MR 画像に施した結果を図 3 に示す .

この結果によると、2次元フィルタでは抽出しにくかった脳の組織内のエッジを、比較的うまく抽出することができている . また、横断面の原画像では、視覚的にエッジに見られない位置でも、エッジを抽出している . これは、2次元フィルタでは参照にしていなかった方向の画像強度も、参照しているためである . 以上より、本提案の 3次元デジタルフィルタは、今回用いた 3次元頭部 MR 画像のエッジ抽出に有効であると言える .

3 まとめ

本報告では、人間の頭部を撮影した 3次元医用画像を対象に、その脳の領域の境界部分を抽出する、3次元エッジ抽出フィルタを設計を行った . そして、2次元エッジ抽出フィルタとの結果の違いを提示し、3次元画像に対するエッジ抽出において、その有用性を考察した . 3次元画像の融合では、脳の領域の特徴をもとにしたものもある [2] . 今後は、このフィルタから得られるエッジをもとにした、脳の領域の境界部分の特定を行っていきたい .

参考文献

- [1] 鈴木 秀智, 鳥脇 純一郎, 3次元デジタル画像上のエッジ検出オペレータの導出とその能力の評価, 情報処理学会論文誌, Vol.25, N0.2, 243-250, Mar, 1984
- [2] L.-Y.Hsu, M.H. Lew, Full automaitc 3D feature-based registration of multi-modality medical images, Image and Vision Conmputing 19, 75-85, 2001