

DSA 画像の位置合わせ手法における時系列情報の利用

3U-4

平塚紘一郎** 廣嶋恭一** 船上頼光** 小高知宏* 小倉久和*
 福島哲弥*** 西本康宏*** 田中雅人*** 伊藤春海*** 山本和高****
 * 福井大学工学部 ** 福井大学大学院工学研究科

*** 福井医科大学放射線部 **** 若狭湾エネルギー研究センター医療研究室

1 はじめに

本研究では、動脈の狭窄等の診断に用いられる腹部 DSA(Digital Subtraction Angiography) 画像を対象に、局所的な並行移動による画像間の位置合わせ手法において時系列情報を利用することにより、差分画像のアーチファクトを軽減した鮮明な画像を得ることを目的としている。DSA 画像は、造影剤投与前後の 2 枚の画像の差分を取ることで血管等の抽出を目的とした X 線特殊造影法である。しかし、2 枚の画像の単純差分では対象が変移することがあるので、診断に有効な画像が得られないことがあるため、画像の補正が必要となる。

そこで、鮮明な差分画像を得るのに、この位置合わせ手法に時系列情報を利用を検討した。時系列データに対して位置合わせを行ない、その移動量を補正することにより移動量が不適切な部分について、画像の補正を行なう。

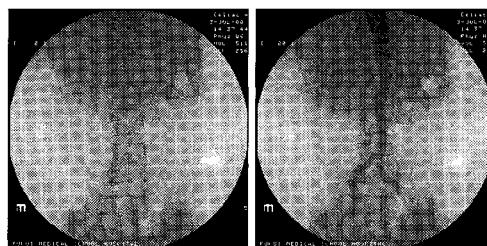
2 対象画像

対象とした DSA 画像は、造影剤を投与した後 0.5 秒間隔で撮影され、Angio 装置から on-line で転送された $1280 \times 960 \times 8bit$ サイズの腹部動脈造影画像である。実験時には、左右の余分な枠を取り除き、 960×960 ピクセルとした。時系列データは血管造影される前の画像から、数秒間の画像を用いた。その一例を図 1 に示す。図 1(a) は、造影剤投与前に撮影された MASK 画像であり、(b) は、造影剤投与後の LIVE 画像である。時系列データとしては、血管が造影される直前の画像を MASK 画像とし、その後、血管が造影されている間の画像を LIVE 画像₁~LIVE 画像_N($N=10 \sim 15$ 程度)を処理の対象とした。

3 位置合わせ手法

本研究では、位置合わせ手法として、局所的な平行移動をして補間する方法 [1] を適用した。

まず、MASK 画像、LIVE 画像に対し、等間隔に注目画素を設定する。その注目画素を中心として、着目



(a)MASK 画像 (b)LIVE 画像

図 1: 対象画像

する領域である局所領域を設定する。この MASK 画像側の局所領域に対してある範囲で LIVE 画像側の局所領域を 1 ピクセル毎に移動させ、重なりあった局所領域で相関値を計算し、最大値を与える位置を求める。

さらに、その位置を中心としてサブピクセル (1/10 ピクセル) 単位でも相関値を求め、同様にピーク値を与える位置を移動量とする。ただし、サブピクセルは双一次補間により補間した値を用いた。この局所領域の並進移動量を、注目画素の移動量とする。

この操作をいくつかの局所領域について適用し、注目画素における移動量をスプライン補完することによって、すべてのピクセルについての移動量を求める。この求めた移動量だけ MASK 画像を補正する。その補正された MASK 画像から、LIVE 画像を減算して差分画像を生成する。

4 時系列情報の利用

前節の位置合わせ手法を時系列情報を用いて行なう。

まず、時系列データに対しての位置合わせ手法について述べる。血管造影前の画像を MASK 画像、その後撮影された画像を LIVE 画像₁ …… LIVE 画像_N とする。実際に診断に用いられる場合は、MASK 画像と LIVE 画像_i の差分を用いる。本研究では、MASK 画像と各 LIVE 画像_i について、間接的に位置合わせする方法を試みた。

最初に、MASK 画像と LIVE 画像₁ で位置合わせを行なう。各注目画素について求めた移動量を用いて、

MASK 画像と LIVE 画像₂について位置合わせを行なう。このとき、MASK 画像ではなく、LIVE 画像₁で最も MASK 画像と相関値の良かった局所領域と、LIVE 画像₂で位置合わせを行なう。以下、 i 番目 (i は任意の整数) の LIVE 画像について位置合わせを行なう場合は、 $(i-1)$ 番目の LIVE 画像と行なう。その移動量によって MASK 画像を補正し、LIVE 画像 _{i} との差分を求める。これを繰り返し、LIVE 画像 _{N} について求める。

次に、局所領域毎に位置合わせによって求めた移動量に対し、補正を行なう。もともと、血管像なしの画像と、血管像ありの画像という2枚の画像について位置合わせを行なっているため、血管部分等では位置合わせがうまくいかないことも考えられる。空間的、時間的の2つの面から見て、移動量のおかしい部分について、周りの移動量と整合が取れるような形で補正を行なう。

5 結果と考察

単純差分の結果 (図 2(a))、MASK 画像と LIVE 画像 _{i} の2枚からのみ位置合わせした結果 (図 2(b)) と、本研究の手法で LIVE 画像 _{i} までの時系列データからの結果 (図 2(c)) とを比べると、本研究の手法の結果が最もアーチファクトが軽減された結果が得られた。しかし、画像の補正として位置合わせ手法を用いたが、動きの大きい症例については効果が無かった。原因としては2枚の画像の時間差が考えられる。造影剤投与前後では数秒程度の時間差があるうえに、腹部は固定しづらいので、位置合わせがうまくいかないものと考えられる。

単純差分では、全体的にアーチファクトが表われている。2枚からの結果は単純差分に比べると、アーチファクトが軽減されているものの、背骨の部分がアーチファクトとして現れてしまっている。時系列での結果では全体的にきれいになっている上、背骨もほとんど見えていないが、毛細血管の部分が消えてしまっている部分があるが、パラメータの調整や、移動量の補正等で改善されると思われる。

6 まとめ

時系列情報を用いたことで差分画像のアーチファクトを軽減出来たと言える。さらに、移動量を時系列情報から補正することにより、位置合わせがうまくいっていない部分等についての画像の補正もうまく行くと思われ、アーチファクトの軽減が行えると思われる。

今後の課題としては、まずパラメータの調節がある。

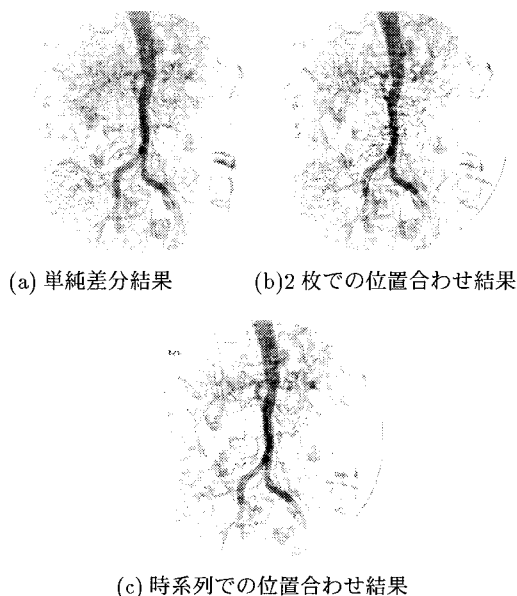


図 2: 処理結果

パラメータの調整が十分でないため、一部毛細血管が不鮮明になる部分があった。局所領域の大きさ、数などについて、さまざまなパラメータで処理を行なう必要がある。

撮影装置が濃度を自動的に調節しているため、同じ時系列でも画像間に濃度の違いが表れていることがある。現在の所、前処理には簡単なフィルタのみしか用いていないので、画像間の濃度の調整等を行えば、さらに処理結果が良くなると考えられる。

また、実際に医師の所見による評価によって、各パラメータや前処理の方法等を検討していく必要がある。

参考文献

- [1] 廣嶋恭一, 西野順二, 小高知宏, 小倉久和, 福島哲弥, 西本康宏, 田中雅人, 林信成, 小室裕冉, 石井靖, "頭頸部 DSA 画像における局所移動量を用いたレジストレーション法", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J82-D-II, No.3, pp.566-570, sep., 1999
- [2] M.Takahashi, J.Shinzato, Y.Korogi et al. "Automatic reregistration for correction of localized misregistration artifacts in digital subtraction angiography of the head and neck", Acta Radiol Suppl Stockh, 1986.