

# 自然呼吸下におけるDSA像取得のための パッチベース呼吸位相マッチング法の検討

## Patch-based Respiratory Phase Matching Method for Digital Subtraction Angiography Under Natural Respiration

M23海自22

派遣先 第37回コンピューター支援放射線医学・外科学国際会議・展示会  
(ドイツ・ミュンヘン)

期間 2023年6月18日～2023年6月25日(8日間)

申請者 千葉大学 融合理工学府 基幹工学専攻医工学コース

修士前期課程2年 関口 結貴

### 海外における研究活動状況

#### 研究目的

Interventional radiology (IVR) は画像ガイド下で行うカテーテル治療であり、術中では血管構造や血流、腫瘍の位置を把握するため、Digital subtraction angiography (DSA) を使用する。DSA像とは、造影剤注入前後の画像(造影前画像、造影後画像)の画像差分をとることで生成される画像で、血流がある領域を強調できる。鮮明なDSA像を得るためには、呼吸運動による画像間の組織のずれを抑えることが必要で、DSA撮影中は患者に息止めを要求する。しかし、患者の多くは高齢者であり、呼吸を止めることが困難である。そのため、自然呼吸下によるDSA画像取得手法が求められている。

#### 海外における研究活動報告

##### 目的

IVRは画像ガイド下(DSAやCT等)でからだの中を見ながらカテーテルや針を使って行う治療である。ここで、DSA像とは造影剤注入前後の画像(本稿では造影前画像、造影後画像

と呼ぶ)の画像差分をとることで生成される画像で、血流がある領域を強調できる。鮮明なDSA像を得るためには、呼吸運動による画像間の組織のずれを抑えることが必要で、DSA撮影中は患者に息止めを要求する。しかし、高齢患者においては、呼吸を止めることが困難であるため、自然呼吸下によるDSA画像取得手法が求められている。

自然呼吸下でDSA像を取得するため、当研究室の前任者は呼吸位相マッチング(大西法)を開発した(Fig.1)。大西法ではまず自然呼吸下で呼吸1周期分の造影前画像と造影後画像を取得する。次に、横隔膜付近に関心領域を設定し、造影前後で関心領域の類似度を計算することで、ある造影後画像と呼吸位相が合う造影前画像を選択する。

大西法でDSA像を生成した結果をFig.2に示

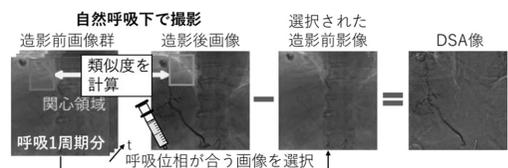


Fig. 1 大西法の処理手順

す。大西法を適用することで、処理なしと比較して血流領域の視認性が向上したが、アーチファクトが残存している領域も存在することがわかった。大西法では1枚の造影後画像に対して1枚の造影前画像を選定する大域的な処理であり、厳密に呼吸に同期しない臓器に関してアーチファクトを低減することは困難であると考えられる。

そこで、局所領域に注目することで、造影前後で組織が類似する領域を選択することが可能な呼吸位相マッチング手法を構築した。

### 提案手法

Fig.3に提案手法の全体像を示しており、3つのステップから構成されている。

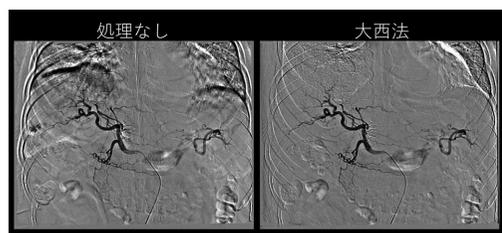


Fig.2 従来法と大西法の比較

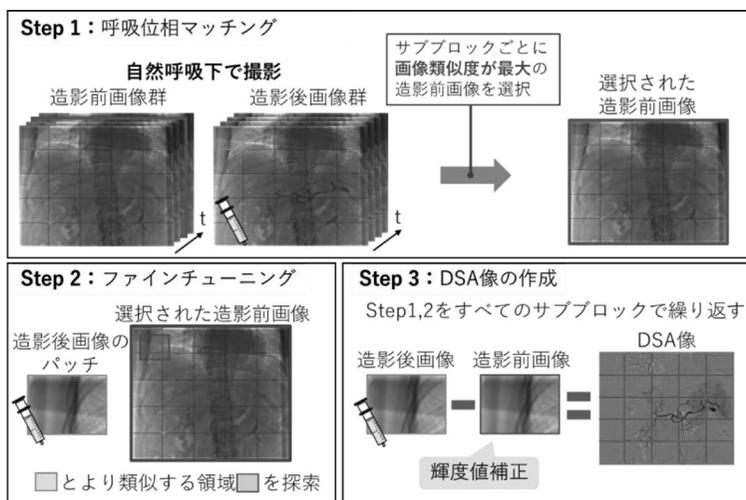


Fig.3 提案手法の全体像

Step1ではパッチベースの呼吸位相マッチングを行う。まず自然呼吸下で呼吸1周期分の造影前画像と造影後画像を撮影したのち、画像全体をサブブロックに分割する。そして造影後画像の1つ1つのサブブロックに対し、造影前画像で位置が対応するパッチとの画像類似度が最大となるパッチを含む造影前画像を造影後画像のサブブロックごとに選択する。

Step2では呼吸位相に合わないランダムな動きの補正をすることを目的にファインチューニングを行う。そのため、Step1で選択された造影前画像内で造影後画像のパッチとより類似する領域を探索する。

Step3ではDSA像の作成を行う。Step1、Step2の処理を全てのサブブロックについて繰り返し、サブブロックごとに最適な造影前画像を選定する。そして、サブブロックごとに造影前画像と造影後画像の背景成分を用いた輝度値補正処理を実施したのち、DSA像を作成した。

### 実験と結果

提案手法の有効性検証のために3つの手法からDSA像を作成し、比較実験を行った。比較

手法として従来手法と大西法を採用した。使用データとして、千葉大学医学部附属病院にて収集した患者17名の造影前画像と造影後画像を用いた。

Fig.4に従来法と大西法、提案手法を適用した結果を示す。

Fig.4に示すように提案手法で最もアーチファクトが少ないDSA像を取得できることをすべての症例から確認できた。

### 発表概要

3分の口頭発表と上記の内容でポスター発表をした。質疑応答はポスター発表内で行った。以下に質問とそれに対する答えを示す。

- ・通常、DSA像を取得するのにどの程度時間がかかるか。  
⇒約20秒程度。
- ・なぜ非剛体変形を使わないのか。  
⇒非剛体変形を使用した場合、精度は向上する可能性があるが、処理時間が増大する。提案手法は臨床応用のリアルタイム処理を

想定しているため、短時間での処理が望ましいから剛体変形のみにとどめている。

- ・なぜ類似度評価指標としてZNCCを使用しているのか。  
⇒我々の研究では造影前の画像を呼吸1周期分30枚取得する。しかし、それぞれの画像間では輝度値がわずかに異なっている。画像内の組織の構造に着目するためにZNCCを使用している。
- ・提案手法はどの程度、処理時間がかかるか。  
⇒約2、3秒程度。
- ・手法が完成しているように思えるが、今後は何をしていくのか。  
⇒提案手法を使用した臨床実験をする予定。

### この派遣の研究成果等を発表した 著書、論文、報告書の書名・講演題目

International Journal for Computer Assisted Radiology and Surgery (IJCARS)

#### [講演題目]

Patch-based respiratory phase matching method for digital subtraction angiography under natural respiration

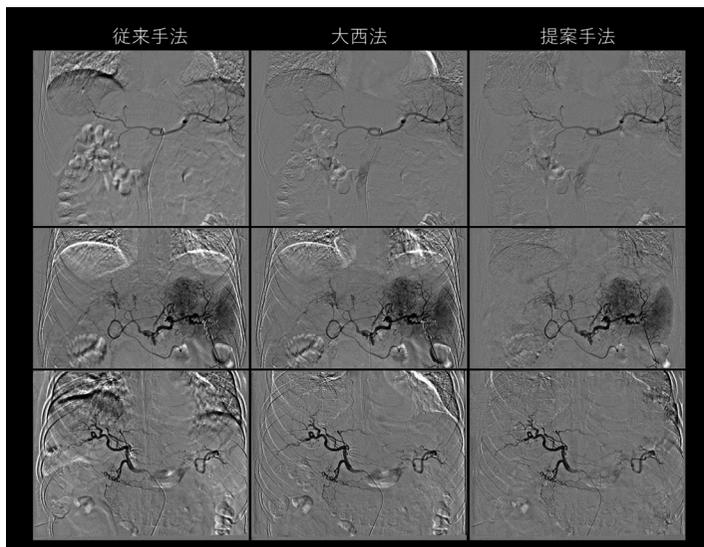


Fig. 4 DSA像の比較