

プログラム名：イノベーティブな可視化技術による新成長産業の創出

PM名：八木 隆行

プロジェクト名：価値実証

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成29年度

研究開発課題名：

生体データ解析に基づく画像バイオマーカの抽出

研究開発機関名：

国立大学法人 九州大学

研究開発責任者

備瀬 竜馬

# I 当該年度における計画と成果

## 1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

### コンピュータビジョンを用いたイメージングの高度化技術の開発

音速の違いに頑健な画質改善を目的として、圧縮センシングを用いた3次元再構成法の提案および実機にて検証を行う。

### 生体複合データ解析に基づく診断・治療支援技術の開発

手術に有用な血管の認識技術の開発を行い、術前計画に有用な情報提供スキームを構築する。  
知識発見へ向けた血管構造解析技術の開発

追加した血管データにおいて、血管構造解析技術から取得した血管評価指標が適用可能である事を実証し、臨床研究としてまとめる。

## 2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

### 2-1 進捗状況

#### コンピュータビジョンを用いたイメージングの高度化技術の開発

従来の光超音波イメージング手法では、センシングした超音波信号から3次元画像を再構成する過程において、音速を既知のものとして扱っている。しかしながら、水温や組織によっても音速は異なり、実際の音速と異なる音速を用いて画像が再構築された場合、画質が劣化するという課題がある。そこで、音速変化境界が既知・各層の音速が未知の場合に、複数音速層における音速推定と画像再構成を同時に行う複数層音速同時推定画像再構成法を提案した。提案手法に関して、シミュレーションを用いて、信号ノイズや音速変化境界面のズレに対するロバスト性を確認した。結果例を図1に示す。一方、音速変化境界を完全に未知として推定する場合に拡張したモデルを検討したが、シミュレーションでの実験の結果、期待通り機能せず課題が残った。そこで、音の反射を利用して音速変化境界を推定する手法の検討を開始した。大腿部画像深部に表在静脈と同様の形状をした輝度が高い領域が観測される。これは、脂肪-筋肉の境界で表在静脈から発生された音波が反射することで、深部に表在静脈と類似した形状の領域が観測されると考える。今後、生体の撮影においては、主に水・脂肪・筋肉の三層の音速変化領域があると仮定し、反射によって観測されている深部の情報を元に音速変化層を推定する方法を検討していく。

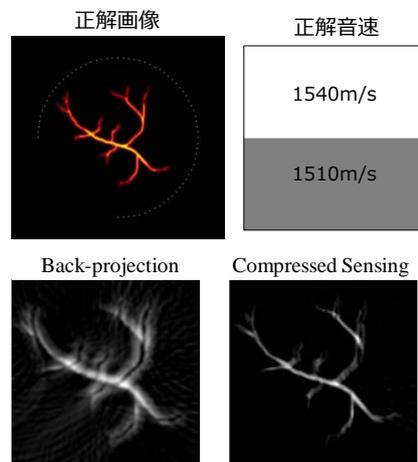


図1. 画像再構成及び音速同時推定結果

## 生体複合データ解析に基づく診断・治療支援技術の開発

生体複合データ解析に基づく診断・治療支援技術として、体毛認識及び認識の2つの課題に取り組んだ。

第一に、血管可視化性の向上及び体毛情報の定量化を目的として、光超音波画像における体毛領域の認識手法の開発を行った。光超音波イメージングにおいて、血管に加えて体毛も同時に可視化され多数の体毛により血管の視認性が悪化するという問題がある。また、体毛の数や太さといった体毛に関する情報を定量化することで、診断に利用するというニーズがある。そこで、機械学習を用いた体毛認識手法の開発を進めた。大量の教師あり学習データを取得することは高コストであることから、教師ラベルが付与されていないデータの分布を効果的に活用する半教師あり学習を用いた。従来の半教師あり学習では、データに共通する特徴を利用されるが、個々のテストデータ特有の特徴は利用されない。そこで、本研究では、「近接する体毛の向きの揃い具合」という対象構造に関する事前知識を活用した新たな半教師あり学習手法を提案した。実際の光超音波画像で学習データとテストデータを作成し、定量評価した結果、従来の機械学習手法より高精度で体毛を認識できることを確認した(図1)。今後は、京都大学で開発した光超音波3Dデータ表示用高速MIP※

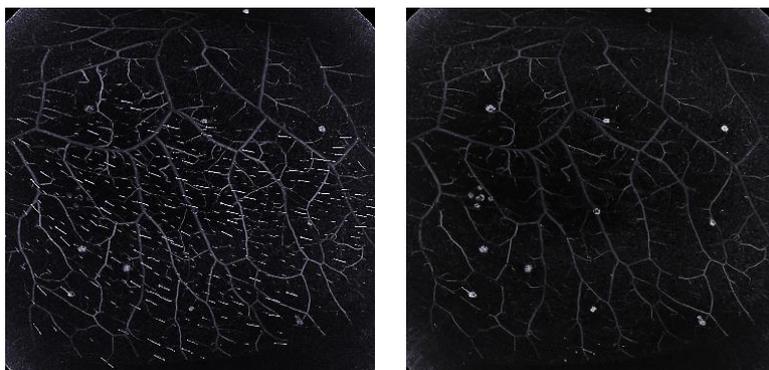


図2. 左図：オリジナルMIP画像，右図：体毛除去後MIP画像.

ビューア(ソフト名：KURUMI)との連携を行い、実用化を目指す予定。

第二に、皮弁移植手術術前検診において重要な血管である穿通枝を抽出する手法の研究開発を進めた。大腿部光超音波画像を対象として、多物体同時トラッキングにより血管断面を追跡し、血管抽出を行った。複数のデータに適用し、抽出対象となる穿通枝は概ね追跡できていることを確認したが、表在静脈や、深部に血管の反射した反射信号も含めて抽出してしまうという課題があることがわかった。穿通枝は通常深部にあるので、トラッキング結果から表在静脈を抽出し、表面は自動的に取り除くことができるのを確認した。今後、反射情報を利用して深部の反射ノイズを特定し、穿通枝をマッピングする手法の検討を進める。

※MIP：Maximum Intensity Projection (最大値投影法)

## 知識発見へ向けた血管構造解析技術の開発

指の屈折による血管構造変化を解析するための血管構造解析技術の研究開発を行った。京都大学形成外科と連携し、追加した血管データの解析、仮説の検証及び再設定、新たな構造解析指標追加を繰り返し、論文ストーリーを定め、そのための解析データを揃えた。

## 2-2 成果

### 計測と解析を融合させた特徴量解析技術の開発

音速変化境界が既知・各層の音速が未知の場合に、複数音速層における音速推定と画像再構成を同時に行う複数層音速同時推定画像再構成法を提案した。提案手法に関して、シミュレーションを用いて、信号ノイズや音速変化境界面のズレに対するロバスト性を確認した。音速変化境界が未知の場合の課題を整理し、今後の研究開発方針を定めた。

### 生体複合データ解析に基づく健康・医療リスク予測モデルの構築

光超音波画像における体毛領域の認識手法として対象構造に関する事前知識を活用した新たな半教師あり学習手法を提案した。提案手法を実データに適用し、定量的・定性的に従来手法より精度よく体毛を認識可能であることを確認した。皮弁術前計画への利用を目的として、大腿部における穿通枝抽出手法の開発に着手し、課題を整理し、今後の研究開発方針を定めた。

### 知識発見へ向けた血管構造解析技術の開発

指の屈折による血管構造変化を解析するための血管構造解析における評価指標を決定し、自動定量化手法を開発した。開発手法を実データに適用し、論文投稿のための解析を完了した。

## 2-3 新たな課題など

- ・光超音波画像再構成と音速マップ同時推定手法に関して、音速変化境界が未知の場合に未知数が多くなり、課題が残ることが明らかになった。今後、反射情報を利用した手法を検討する。
- ・穿通枝抽出において、たくさんの血管との識別に課題が残ることが明らかになった。反射情報を利用した深部の反射ノイズとの識別、穿通枝の位置（深さ）に関する知識を活用した手法の検討を今後進める予定。

## 3. アウトリーチ活動報告

なし。