

手根幹における末梢神経抽出のための超音波画像の超解像

日野真斗[†]片山康太郎^{††}柴田啓司^{†††}堀田裕弘^{†††}富山大学工学部[†]富山大学大学院理工学教育部^{††}富山大学大学院理工学研究部^{†††}

1 まえがき

超音波検査は軟体の組織の抽出に優れている点から臨床現場では手根管の末梢神経等を診断する際には超音波画像が日常的に使用されている。しかし、超音波検査から得られる平面画像だけでは末梢神経の病巣の把握に十分ではない。そのため、病巣の把握には3次元的な構造から診断することが求められる。さらに超解像処理によって平面画像の解像度を上げることにより、より詳細な末梢神経の3次元構造の構築につながる。

そこで、本研究では超解像処理により、超音波画像が本来持つ画素情報に近い情報を再現可能か検証することを目的とする。

2 超解像

超解像は観測により劣化を受けた低解像度の画像から本来の高解像度の画像が持つ高周波数成分を推定する処理である。超解像を大別すると、「複数フレーム超解像」、「フレーム内超解像」に分けることができる。

2.1 複数フレーム超解像

複数フレーム超解像は、フレーム間の微小な位置ズレを推定し、対応する画素位置に画素を埋め込むことにより、高解像度画像を生成する処理である [1]。位置ズレの推定方法に関しては本研究では Optical Flow 法を用いる。本研究では基準画像との位置ズレ推定の計算結果が 1[Pixel] 以下であり、前後合わせて 2 以上 30 以下のフレーム数を使用する。

2.2 フレーム内超解像

「フレーム内超解像」においては代表的な IBP (Iterative Back Projection) 法を用いる。IBP 法は出力から入力を推定する問題、すなわち逆問題である。 D はダウンサンプリング、 x は高解像度画像、 y は低解像度画像を表し、低解像度画像と高解像度画像の対応関係を式は、 $y = Dx$

のようになる。ここでいう x を推定することが IBP 法による超解像である [2]。

3 実験および評価方法

実験内容を以下に示す。フレームレート 10frame/sec で 30 秒間、手根管の末梢神経を撮影し、約 300 フレームの動画として超音波画像を取得する。取得した超音波画像を面積 1/4 にダウンサンプリングしたものを入力画像とする。入力画像を複数フレーム超解像、IBP 法超解像、Bilinear 補間で原画像の大きさにアップサンプリングする。さらに、2次元フーリエ変換により空間周波数を分割し、比較を行う。

4 超解像処理結果

図 1 に原画像、図 2 に IBP 法超解像の処理結果を示す。図 3(a) は原画像の空間周波数の分布を示し、図 2(b)、(c)、(d) はそれぞれ入力画像を Bilinear 補間、複数フレーム超解像、IBP 法超解像により処理した画像の空間周波数の分布を示す。

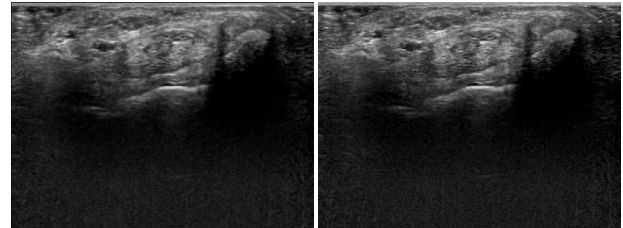
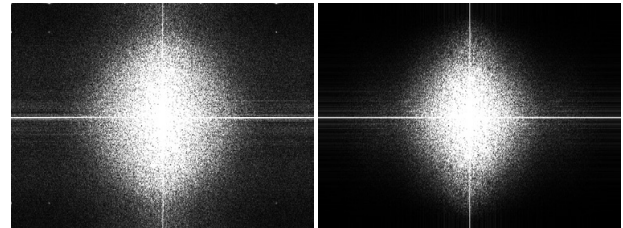


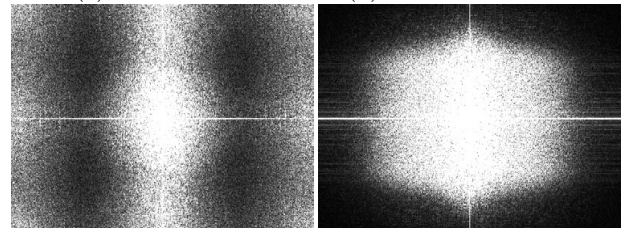
図 1: 原画像

図 2: IBP 法超解像



(a) 原画像

(b) Bilinear 補間



(c) 複数フレーム超解像

(d) IBP 法超解像

図 3: 周波数領域分布図

図 2(a) と (b) を比較すると、劣化を受けて (a) の高周波数成分が分布していないことが分かる。逆に (d) は (a) の高周波数成分が分布していることが分かる。また、(c) は疎らな分布をしており、(a) の高周波数領域には分布していないことが分かる。IBP 法超解像は超音波画像が本来持つ高周波数成分に近い周波数成分の生成が可能であった。一方、複数フレーム超解像では超音波画像が本来持つ高周波数成分に近い周波数成分は再現出来なかった。これは人体の組織が複雑に動くことにより、フレーム間の位置推定が正確ではないためと考えられる。

5 まとめ

本研究では、超音波画像に対し、超解像処理することを提案した。その結果、IBP 法超解像が画素情報の再現に有効であった。今後は、超解像処理した画像を用いて、末梢神経の抽出に取り組む予定である。

参考文献

- [1] S. Baker and T. Kanade, "Super-Resolution Optical Flow", CMU-RI-TR-99-36 (1999).
- [2] M. Irani and S. Peleg, "Improving Resolution by Image Registration", Graphical Models and Image Processing, Vol.53, No.3, pp.231-239 (1991)