

CARS 硬性内視鏡の神経イメージングと深層学習による神経抽出 -実時間イメージングに向けた短時間露光神経画像の画像解析-

Nerve imaging with CARS rigid endoscopy and nerve extraction with deep learning for real-time imaging by processing the low signal-to-noise ratio nerve images

○(D) 大和尚記¹ 松谷 真奈¹ 新岡 宏彦² 三宅 淳³ 橋本 守¹

(1. 北大院情報 2. 阪大 IDS 3. 阪大院工)

○Naoki Yamato¹, Mana Matsuya¹, Hirohiko Niioka², Jun Mياke³, Mamoru Hashimoto¹

(1. Grad. Sch. of Info. Sci., Hokkaido Univ., 2. Osaka Univ. IDS, 3. Grad. Sch. of Eng., Osaka Univ.) E-mail: n-yamato@ist.hokudai.ac.jp

1. 緒言

外科手術における神経温存は術後の予後に関わる重要な課題であるが、術中の視野から細い末梢神経を識別することは困難であり、神経損傷を原因とする機能障害が報告されている。我々は、無染色に神経を可視化できるイメージガイド手術支援装置の実現を目指して、CARS(Coherent anti-Stokes Raman scattering) 硬性内視鏡を開発してきた [1]。現在までに、CARS 硬性内視鏡と深層学習による noise reduction や segmentation を用いることでイメージング速度を高速化し、視野内の神経領域を自動抽出することを実証してきた [2, 3]。これまで、神経抽出の学習には長時間露光で取得した信号対雑音比 (SN 比) の高い画像を用いてきたが、実用化には短時間で取得した SN 比の低い画像に対する適応が必要とされる。本報告では、SN 比の低い画像に対する神経抽出能を定量評価した結果を示す。

2. 短時間露光画像に対する神経抽出の学習

少量の硬性鏡画像で効率的に神経抽出を学習するために転移学習を実施した。まず神経抽出モデルの学習には、脂質染色により取得した神経の蛍光画像を UNet-VGG により学習した。そして、得られたモデルに神経の CARS 画像を学習させた。CARS 画像を、1 視野ごとに (合計 5 視野) 1.6 秒露光の画像で 100 枚取得し、ランダムな枚数の平均画像を入力画像として与えることでさまざまなノイズレベルの画像を用いた学習を行なった。

3. 神経抽出性能の定量評価

高 SN 比の CARS 画像を用いて人が神経と判断した領域と、低 SN 比の CARS 画像から深層

学習が神経であると判断した領域との Dice 係数で、神経抽出能を定量評価した。学習済みモデルに対して平均枚数 (露光時間) の異なる画像を入力した際の神経抽出能を Fig. 1(a) に示す。

医用画像では 0.8-0.9 の Dice 係数が必要 [4] とされるため、Dice 係数 0.8 とグラフが交わる露光時間を神経抽出に使用できる最短の露光時間と定義する。露光時間 3.9 秒で医用画像に必要な抽出能を満たし、モデルの出力画像 (Fig. 1(b-c)) から露光時間の増加にともなう神経抽出能の向上が確認できた。

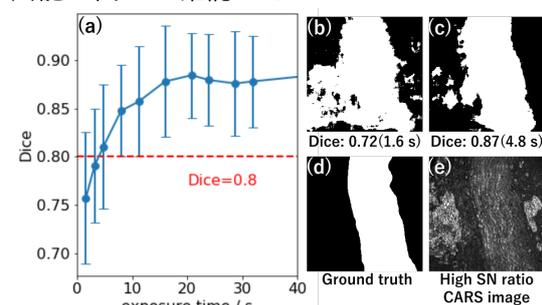


Fig. 1: Result and evaluation of nerve segmentation for low signal-to-noise ratio nerve images.

4. 結言

SN 比の低い画像に対して深層学習を適応することで、3.9 秒の露光時間で、医用画像に必要な神経抽出能を満たしたイメージングをすることがわかった。

- [1] K. Hirose, *et al.*, *APL Photonics*, **3**(9), 092407 (2018).
- [2] N. Yamato, *et al.*, *Scientific Reports*, **10**(1), 1–11 (2020).
- [3] N. Yamato, *et al.*, *Biomolecules*, **10**(7), 1012 (2020).
- [4] K. K. Brock, *et al.*, *Medical physics*, **44**(7), e43–e76 (2017).