転移学習を用いた深層学習による 非線形ラマン像からの神経セグメンテーション

Nerve segmentation from coherent Raman scattering images by using transferred deep learning

○(M1)松谷 真奈[1]，大和 尚記[1]，新岡 宏彦[2]，工藤 信樹[1]，三宅 淳[3]，橋本 守[1]
[1]北大院情報科学，[2]阪大データビリティフロンティア機構，[3]阪大国際医工情報センター
○(M1)Mana Matsuya[1], Naoki Yamato[1], Hirohiko Niioka[2], Nobuki Kudo[1], Jun Miyake[3], Mamoru Hashimoto[1]
[1]Grad. Sch. of Info. Sci. Hokkaido Univ., [2]Osaka Univ. IDS, [3]MEI-center Osaka Univ.
E-mail: m-matsuya@ist.hokudai.ac.jp

細い末梢神経の可視化は, 術後の quality of life 向上のために可能な限り神経を温存する神経温存手術において重要な課題となっている．従来の開腹手術に比べ低侵襲である内視鏡下外科手術においても，細い末梢神経の識別は難しく，また，健常な神経の可視化のために色素等の使用承認を得ることは容易ではない. そこで, 我々は無染色に神経を可視化するコヒーレントアンチストークスラマン散乱（CARS）硬性鏡の開発をすすめてきた[1]．この硬性鏡は，非線形ラマン散乱の一種である CARS により，有髄神経に豊富な脂質の分子振動を用いて神経の可視化を実現している. CARS 画像から神経のみを取り出すことができれば，迅速で正確な術中神経識別が可能となる.

本研究では， CARS 硬性鏡で観測した画像からの神経セグメンテーションを，2 段階の転移学習を用いた深層学習により行った．大量のデータが必要とされる深層学習において，転移学習は，他の目的で学習されたモデルを利用したり，学習された重みを初期値として再学習することで，少量データで高精度な学習が可能となる手法である. CARS 硬性鏡による画像取得には時間がかかり大量取得が困難であるため, 比較的容易に画像取得が可能な蛍光画像で学習した重みを初期値とする転移学習により精度向上を試みた．さらに，蛍光画像の学習精度を向上させるため，学習済みの一般画像分類モデルを取り込む転移学習も行った.

神経セグメンテーションの深層学習モデルには，U-Net [2]を採用した．CARS 画像と蛍光画像は，それぞれ 23 枚，1818 枚を使用した．学習済みモデルの取り込みは，U-Net の一部に，ImageNet 画像[3]（約 120 万枚）で学習済みの VGG16 [4]を使用することで行った．転移学習の効果を Table 1 に示す. 感度と特異度の平均（Balanced Error Rate）を評価指標とすると，転移学習なし（CARS only）の場合が 0.909，蛍光画像からの 1 段階転移学習（Fluo→CARS）の場合が 0.928，2 段階転移学習（ImageNet→Fluo→CARS）の場合が 0.958 であり，2 段階で転移学習を行うことで順に精度を向上させることができた.

Table 1: Results of two-stage transfer learning.

	Sensitivity	Specificity	Balanced Error Rate
CARS only	0.982	0.837	0.909
Fluo→CARS	0.990	0.867	0.928
ImageNet→Fluo→CARS	0.997	0.919	0.958

[1] K. Hirose *et al.*, *APL Photonics*, **3**(9), 092407 (2018).
[2] O. Ronneberger *et al.*, *International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention, Munich Germany, 2015-10-5/9*, 234-241 (2015).
[3] J. Deng *et al.*, *IEEE conference on computer vision and pattern recognition, Florida USA, 2009-7-20/25*, 248-255 (2009).
[4] K. Simonyan *et al.*, *arXiv preprint arXiv:1409.1556*, (2014).

© 2019年 応用物理学会