

## 【文献調査】

# Deep 3D Convolutional Encoder Networks With Shortcuts for Multiscale Feature Integration Applied to Multiple Sclerosis Lesion Segmentation

玉城 貴也      廣安 知之      日和 悟

2017年10月7日

### 1 タイトル

多重スケール特徴量統合のためのショートカットを備えた深層3次元畳み込みエンコーダネットワークの多発性硬化症病変セグメンテーション

### 2 著者

Brosch, Tom and Tang, Lisa YW and Yoo, Youngjin and Li, David KB and Traboulsee, Anthony and Tam, Roger

### 3 出典

IEEE transactions on medical imaging, vol. 35, no.5, pp. 1229-1239, 2016

### 4 アブストラクト

我々は、ショートカット接続を有する深層3次元畳み込みエンコーダネットワークに基づく新規のセグメンテーション手法を提案し、それを磁気共鳴画像における多発性硬化症(MS)病変のセグメント化に適用する。我々のモデルは、2つの相互接続された経路、すなわち、より抽象的で高レベルの画像特徴を学習する畳み込み経路と、ボクセルレベルでの最終的なセグメンテーションを予測するデコンボリューション経路とからなるニューラルネットワークである。特徴抽出および予測経路の共同訓練は、画像タイプおよびセグメンテーションタスクの任意の所与の組み合わせに対する精度のために最適化された異なるスケールでの特徴の自動学習を可能にする。さらに、2つの経路間のショートカット接続により、高レベルと低レベルのフィーチャを統合することができ、広範囲のサイズにわたる病変のセグメンテーションが可能となる。2つの公的に利用可能なデータセット(MICCAI 2008およびISBI 2015チャレンジ)について我々の方法を評価した結果、我々の手法は、トレーニングに利用可能な比較的小規模のデータのみであってもトップランクの最先端の方法と同等に機能することが示された。さらに、本手法を、MS臨床試験からの大量のデータセットを使って、自由に入手可能で広く使用されている5つのMS病変セグメンテーション法(EMS、LST-LPA、LST-LGA、Lesion-TOADSおよびSLS)と比較した。その結果は我々の手法が広範囲の病変サイズにわたってこれらの他の手法より一貫して優れていることを示している。

### 5 キーワード

Convolutional neural networks, deep learning, machine learning, magnetic resonance imaging (MRI), multiple sclerosis lesions, segmentation

### 6 参考文献

#### 6.1 MS病変のセグメント自動化について

[1] D. Garcia-Lorenzo, S. Francis, S. Narayanan, D. L. Arnold, and D. Louis Collins, "Review of automatic segmentation methods of multiple sclerosis white matter lesions on conventional magnetic resonance imaging," Med. Image Anal., vol. 17, no. 1, pp. 1-18, 2013.

## 6.2 生成モデルについて

[2] P. Schmidt et al., “ An automated tool for detection of FLAIR-hyperintense white-matter lesions in multiple sclerosis, ” *NeuroImage*, vol. 59, no. 4, pp. 3774-3783, 2012.

[3] N. Shiee et al., “ A topology-preserving approach to the segmentation of brain images with multiple sclerosis lesions, ” *NeuroImage*, vol. 49, no. 2, pp. 1524-1535, 2010.

[4] K. Van Leemput, F. Maes, D. Vandermeulen, A. Colchester, and P. Suetens, “ Automated segmentation of multiple sclerosis lesions by model outlier detection, ” *IEEE Trans. o Med. Imag.*, vol. 20, no. 8, pp. 677-688, Aug. 2001.

[5] N. Weiss, D. Rueckert, and A. Rao, “ Multiple sclerosis lesion segmentation using dictionary learning and sparse coding, ” in *MICCAI 2013, Part I*, K. Mori, I. Sakuma, Y. Sato, C. Barillot, and N. Navab, Eds., 2013, vol. 8149, LNCS, pp. 735-742.

[6] Y. Yoo, T. Brosch, A. Traboulsee, D. K. B. Li, and R. Tam, “ Deep learning of image features from unlabeled data for multiple sclerosis lesion segmentation, ” in *MLMI 2014*, G. Wu, D. Zhang, and L. Zhou, Eds., 2014, vol. 8679, LNCS, pp. 117-124.

## 6.3 クラスタリング手法について

[7] N. Subbanna, D. Precup, D. Arnold, and T. Arbel, “ IMAge: Iterative multilevel probabilistic graphical model for detection and segmentation of multiple sclerosis lesions in brain MRI, ” in *Information Processing in Medical Imaging*. New York: Springer, 2015, pp. 514-526.

[8] X. Tomas-Fernandez and S. Keith Warfield, “ A model of population and subject (MOPS) intensities with application to multiple sclerosis lesion segmentation, ” *IEEE Trans. Med. Imag.*, vol. 34, no. 6, pp. 1349-1361, Jun. 2015.

## 6.4 ランダムフォレストについて

[9] L. Breiman, “ Random forests, ” *Mach. Learn.*, vol. 45, no. 1, pp. 5-32, 2001.

## 6.5 MS 病変の特徴設計について

[10] E. Geremia, B. H. Menze, O. Clatz, E. Konukoglu, A. Criminisi, and N. Ayache, “ Spatial decision forests for MS lesion segmentation in multi-channel MR images, ” in *MICCAI 2010, Part I*, T. Jian, N. Navab, J. Pluim, and M. Viergever, Eds., 2010, vol. 6362, LNCS, pp. 111-118.

[11] N. Guizard et al., “ Rotation-invariant multi-contrast non-local means for MS lesion segmentation, ” *NeuroImage, Clin.*, vol. 8, pp. 376-389, 2015.

[12] N. K. Subbanna et al., “ MS lesion segmentation using Markov random fields, ” in *Proc. MICCAI 2009 Workshop Med. Image Anal. Multiple Sclerosis*, 2009, pp. 1-12.

[13] C. Sudre et al., “ Bayesian model selection for pathological neuroimaging data applied to white matter lesion segmentation, ” *IEEE Trans. Med. Imag.*, vol. 34, no. 10, pp. 2079-2102, Oct. 2015.

## 6.6 非局所平均法に基づく分割法について

[14] P. Coupe et al., “ Patch-based segmentation using expert priors: Application to hippocampus and ventricle segmentation, ” *NeuroImage*, vol. 54, no. 2, pp. 940-954, 2011.

## 6.7 CNN による分類について

[15] D. Ciresan, A. Giusti, and J. Schmidhuber, “ Deep neural networks segment neuronal membranes in electron microscopy images, ” *Adv. Neural Inf. Process. Syst.*, pp. 1-9, 2012.

[16] Y. LeCun, L. Bottou, Y. Bengio, and P. Haffner, “ Gradient-based learning applied to document recognition, ” *Proc. IEEE*, vol. 86, no.11, pp. 2278-2324, Nov. 1998.

## 6.8 CNN のセグメンテーションへの応用について

[17] T. Brosch, Y. Yoo, L. Y. W. Tang, D. K. B. Li, A. Traboulsee, and R. Tam, “ Deep convolutional encoder networks for multiple sclerosis lesion segmentation, ” in *MICCAI 2015, Part III*, A. Frangi, Ed. et al., 2015, vol. 9351, LNCS, pp. 3-11.

[18] K. Kang and X. Wang, Fully convolutional neural networks for crowd segmentation 2014 [Online]. Available: arXiv:1411.4464, to be published

- [19] J. Long, E. Shelhamer, and T. Darrell, " Fully convolutional networks for semantic segmentation, " in Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit., 2015, pp. 3431-3440.
- [20] O. Ronneberger, P. Fischer, and T. Brox, " U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation, " in Proc. 18th Int. Conf. MICCAI, 2015, p. 8.
- [21] M. D. Zeiler, G. W. Taylor, and R. Fergus, " Adaptive deconvolutional networks for mid and high level feature learning, " in Proc. IEEE Int. Conf. Comput. Vis., 2011, pp. 2018-2025.