

## 【文献調査】

# SimiNet : 脳ネットワークの類似性を定量化するための新しい方法

相本 武瑠

廣安 知之

日和 悟

2017年10月03日

## 1 タイトル

2つのネットワーク間の類似性を定量化することは、多くのアプリケーションで重要である。主にノードおよびエッジの特性に基づいて、グラフの類似性を計算するための多くのアルゴリズムが提案されている。興味深いことに、これらのアルゴリズムのほとんどは、空間的に定義された機能領域を含む脳ネットワークのコンテキストにおける重要な要素であるノードの物理的な位置を無視している。本論文では、3次元座標系内のノードを先験的に定義した2つのグラフ間の類似度を測定するためのSimiNetと呼ばれる新しいアルゴリズムを提案する。SimiNetは、ノード、エッジ、および空間の機能を考慮した定量化インデックス(0-1の範囲)を提供する。複雑なグラフをSimiNetのパフォーマンスを評価するためにシミュレートし、これを8つの最先端の方法と比較した。結果は、SimiNetがノードとエッジの両方を使用して類似度を計算することに加えて、比較グラフの弱い空間変動を検出できることを示していた。SimiNetは、視覚認識タスクの間に得られた実際の脳ネットワークにも適用される。このアルゴリズムは、2つのカテゴリーの視覚刺激、すなわち動物および道具の命名作業中に得られた脳ネットワークの空間的変動を検出する時に高性能を示す。この研究の観点は、人間の脳における物体分類のより良い理解である。

## 2 著者

Ahmad Mheich, Mahmoud Hassan, Mohamad Khalil, Vincent Gripon, Olivier Dufor, Fabrice Wendling

## 3 出典

IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence vol.PP, pp.1-1, 2017

## 4 アブストラクト

## 5 キーワード

Graph similarity, brain networks, spatial information, Indexes, Algorithm design and analysis, Brain, Image edge detection, Visualization, Animals, Tools

## 6 参考文献

### 6.1 脳機能ネットワークにおけるグラフ理論特徴量について

[1] E. Bullmore and O. Sporns, Complex brain networks: graph theoretical analysis of structural and functional systems, Nature Reviews Neuroscience, vol. 10, pp. 186-198, 2009.

[2] D. S. Bassett and E. Bullmore, Small-world brain networks, The neuroscientist, vol. 12, pp. 512-523, 2006.

[3] S. Achard, R. Salvador, B. Whitcher, J. Suckling, and E. Bullmore, A resilient, low-frequency, small-world human brain functional network with highly connected association cortical hubs, The Journal of neuroscience, vol. 26, pp. 63-72, 2006.

[4] D. Meunier, R. Lambiotte, and E. T. Bullmore, Modular and hierarchically modular organization of brain networks, Frontiers in neuroscience, vol. 4, 2010.

[5] D. S. Bassett, N. F. Wymbs, M. A. Porter, P. J. Mucha, J. M. Carlson, and S. T. Grafton, Dynamic reconfiguration of human brain networks during learning, Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 108, pp. 7641-7646, 2011.

[6] P. Hagmann, L. Cammoun, X. Gigandet, R. Meuli, C. J. Honey, V. J. Wedeen, et al., Mapping the structural core of human cerebral cortex, *PLoS biology*, vol. 6, p. e159, 2008.

[7] M. P. van den Heuvel and O. Sporns, Rich-club organization of the human connectome, *The Journal of Neuroscience*, vol. 31, pp. 15775-15786, 2011.

[8] S. L. Bressler and V. Menon, Large-scale brain networks in cognition: emerging methods and principles, *Trends in cognitive sciences*, vol. 14, pp. 277-290, 2010.

## 6.2 脳機能ネットワークについて

[9] A. Fornito, A. Zalesky, and M. Breakspear, The connectomics of brain disorders, *Nature Reviews Neuroscience*, vol. 16, pp. 159-172, 2015.

[10] G. Gong, P. Rosa-Neto, F. Carbonell, Z. J. Chen, Y. He, and A. C. Evans, Age-and gender-related differences in the cortical anatomical network, *The Journal of Neuroscience*, vol. 29, pp. 15684-15693, 2009.

[11] C. Stam, B. Jones, G. Nolte, M. Breakspear, and P. Scheltens, Small-world networks and functional connectivity in Alzheimers disease, *Cerebral cortex*, vol. 17, pp. 92-99, 2007.

[12] Y. Liu, M. Liang, Y. Zhou, Y. He, Y. Hao, M. Song, et al., Disrupted small-world networks in schizophrenia, *Brain*, vol. 131, pp. 945-961, 2008.

[13] M. Guye, G. Bettus, F. Bartolomei, and P. J. Cozzone, Graph theoretical analysis of structural and functional connectivity MRI in normal and pathological brain networks, *Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine*, vol. 23, pp. 409-421, 2010.

[14] L. d. F. Costa, F. A. Rodrigues, G. Travieso, and P. R. Villas Boas, Characterization of complex networks: A survey of measurements, *Advances in Physics*, vol. 56, pp. 167-242, 2007.

## 6.3 カーネル法について

[15] N. Shervashidze, P. Schweitzer, E. J. v. Leeuwen, K. Mehlhorn, and K. M. Borgwardt, Weisfeiler-lehman graph kernels, *Journal of Machine Learning Research*, vol. 12, pp. 2539-2561, 2011.

[16] K. M. Borgwardt and H.-P. Kriegel, Shortest-path kernels on graphs, in *Fifth IEEE International Conference on Data Mining (ICDM05)*, 2005, p. 8 pp.

[17] S. V. N. Vishwanathan, N. N. Schraudolph, R. Kondor, and K. M. Borgwardt, Graph kernels, *Journal of Machine Learning Research*, vol. 11, pp. 1201-1242, 2010.

## 6.4 空間の距離計算について

[18] L. P. Cordella, P. Foggia, C. Sansone, and M. Vento, A (sub) graph isomorphism algorithm for matching large graphs, *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 26, pp. 1367-1372, 2004.

[19] X. Gao, B. Xiao, D. Tao, and X. Li, A survey of graph edit distance, *Pattern Analysis and applications*, vol. 13, pp. 113- 129, 2010.

[20] B. Cao, Y. Li, and J. Yin, Measuring Similarity between Graphs Based on the Levenshtein Distance, *Appl. Math*, vol. 7, pp. 169-175, 2013.

[21] J. A?. Pineda-Pardo, K. Marti?nez, A. B. Solana, J. A. Hernandez-Tamames, R. Colom, and F. del Pozo, Disparate Connectivity for Structural and Functional Networks is Revealed When Physical Location of the Connected Nodes is Considered, *Brain topography*, pp. 1- 10, 2014.

[22] H. Bunke, P. J. Dickinson, M. Kraetzl, and W. D. Wallis, *A graph-theoretic approach to enterprise network dynamics* vol. 24: Springer Science Business Media, 2007.