

【文献調査】

Human brain mapping: A systematic comparison of parcellation methods for the human cerebral cortex

中村 圭佑 廣安 知之 日和 悟

2017年07月26日

1 タイトル

Human brain mapping: ヒトの脳皮質に対する分割手法の体系的比較

2 著者

Salim Arslan, Sofia Ira Ktena, Antonios Makropoulos, Emma C. Robinson, Daniel Rueckert, and Sarah Parisot

3 出典

NeuroImage, Available online 13 April 2017

4 アブストラクト

マクロ的な脳の結合部位の発見は、特定の認知課題における脳領域の構造的連結、または機能的結合を解明する。これは、ネットワークとしての脳内のすべての結合を表現し、理解するという概念を可視化する。脳内において相互作用する機能単位への細分化は、そのネットワークの構造に固有のものとなる。したがって、ネットワークノードの定義は、接続ネットワーク分析における最も重要なステップの1つである。細胞構造または解剖学的構造から得られた脳のアトラスはこの作業に長い間使用されてきた。一方で、より均一で機能的に一貫性のある領域を描くために、解剖学的、または機能連結性を用いて脳のランダムな分割手法が研究されている。本研究は、それらの分割手法を体系的に比較する。Human Connectome Projectの静止状態の機能的MRIデータと機能的連結性を用いる分割手法について、異なる解像度で10の被験者レベルおよび24のグループごとのパーセレーション方法を評価する。(1)異なる被験者およびグループにわたる分割の再現性、(2)元となる接続性データへの忠実性、(3)fMRIタスクアクティベーション、ミエリンマップ、および細胞構築学的に分割された領域と類似性、(4)ネットワーク分析の4つの異なる側面からの分割手法の精度を評価する。被験者と集団レベルで生成された異なる結果に対する広範な評価により、様々な方法の長所と短所が判明した。目的に応じて分割技の選択の指針を提供することを推奨する。この研究で得られた結果は、これらの評価方法に直面したすべての課題に同時に対処できる最適な方法がないことを示唆している。

5 キーワード

Brain parcellation, Resting-state functional MRI, Cerebral cortex, Functional neuroimaging, Model selection, Network analysis

6 参考文献

6.1 Materials and methods

[1] Arslan, S., Rueckert, D., 2015. Multi-level parcellation of the cerebral cortex using resting-state fMRI. In: Proceedings of International Conference on Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention, Springer, pp. 47-54.

[2] R.C. Craddock, G.A. James, P.E. Holtzheimer, X.P. Hu, H.S. Mayberg A whole brain fMRI atlas generated via spatially constrained spectral clustering Hum. Brain Mapp., 33 (2012), pp. 1914-1928

[3] B. Fischl, A. van der Kouwe, C. Destrieux, E. Halgren, F. S?gonne, D.H. Salat, E. Busa, L.J. Seidman, J.

Goldstein, D. Kennedy, et al. Automatically parcellating the human cerebral cortex *Cereb. Cortex*, 14 (2004), pp. 11-22

[4] R.S. Desikan, F. S?gonne, B. Fischl, B.T. Quinn, B.C. Dickerson, D. Blacker, R.L. Buckner, A.M. Dale, R.P. Maguire, B.T. Hyman, et al. An automated labeling system for subdividing the human cerebral cortex on MRI scans into gyral based regions of interest *NeuroImage*, 31 (2006), pp. 968-980

[5] B. Thirion, G. Varoquaux, E. Dohmatob, J.B. Poline Which fMRI clustering gives good brain parcellations? *Front Neurosci.*, 8 (2014), p. 167

[6] Schirmer, M.D., 2015. Developing Brain Connectivity: Effects of Parcellation Scale on Network Analysis in Neonates. (Ph.D. thesis). King ' s College London.

[7] Arslan, S., Parisot, S., Rueckert, D., 2015. Joint spectral decomposition for the parcellation of the human cerebral cortex using resting-state fMRI. In: *Proceedings of International Conference on Information Processing in Medical Imaging*, Springer, pp. 85?97.

[8] N. Honnorat, H. Eavani, T. Satterthwaite, R. Gur, R. Gur, C. Davatzikos GraSP: geodesic graph-based segmentation with shape priors for the functional parcellation of the cortex *NeuroImage*, 106 (2015), pp. 207-221

[9] E.M. Gordon, T.O. Laumann, B. Adeyemo, J.F. Huckins, W.M. Kelley, S.E. Petersen Generation and evaluation of a cortical area parcellation from resting-state correlations *Cereb. Cortex*, 26 (2016), p. 288

[10] X. Shen, F. Tokoglu, X. Papademetris, R.T. Constable Groupwise whole-brain parcellation from resting-state fMRI data for network node identification *NeuroImage*, 82 (2013), pp. 403-415

6.2 Parcellation evaluation techniques

[11] L.R. Dice Measures of the amount of ecologic association between species *Ecology*, 26 (1945), pp. 297-302

[12] T. Blumensath, S. Jbabdi, M.F. Glasser, D.C. Van Essen, K. Ugurbil, T.E. Behrens, S.M. Smith Spatially constrained hierarchical parcellation of the brain with resting-state fMRI *NeuroImage*, 76 (2013), pp. 313-324

[13] G.W. Milligan, M.C. Cooper A study of the comparability of external criteria for hierarchical cluster analysis *Multivar. Behav. Res*, 21 (1986), pp. 441-458

[14] P.J. Rousseeuw Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis *J. Comput. Appl. Math.*, 20 (1987), pp. 53-65

[15] B. Thirion, G. Varoquaux, E. Dohmatob, J.B. Poline Which fMRI clustering gives good brain parcellations? *Front Neurosci.*, 8 (2014), p. 167

[16] G.S. Wig, T.O. Laumann, S.E. Petersen An approach for parcellating human cortical areas using resting-state correlations *Neuroimage*, 93 (2014), pp. 276-291

[17] M.F. Glasser, D.C. Van Essen Mapping human cortical areas in vivo based on myelin content as revealed by T1- and T2-weighted MRI *J. Neurosci.*, 31 (2011), pp. 11597-11616

[18] B. Tijms, C. M?ller, H. Vrenken, A. Wink, W. de Haan, W. van der Flier, C. Stam, P. Scheltens, F. Barkhof Single-subject grey matter graphs in Alzheimer's disease *PloS One*, 8 (2013), p. e58921

[19] M. Jafri, G. Pearson, M. Stevens, V. Calhoun A method for functional network connectivity among spatially independent resting-state components in schizophrenia *NeuroImage*, 39 (2008), pp. 1666-1681

[20] G. Gong, Y. He, A.C. Evans Brain connectivity gender makes a difference *Neuroscientist*, 17 (2011), pp. 575-591

[21] G. Varoquaux, R.C. Craddock Learning and comparing functional connectomes across subjects *NeuroImage*, 80 (2013), pp. 405-415

6.3 Discussion

[22] K. Zilles, K. Amunts, K. Brodmann Centenary of Brodmann's map-conception and fate *Nat. Rev. Neurosci.*, 11 (2010), pp. 139-145

[23] O. Sporns, G. Tononi, R. Ktter The human connectome: a structural description of the human brain *PLOS Comp. Bio*, 1 (2005), p. e42

[24] D.C. Van Essen, H.A. Drury, S. Joshi, M.I. Miller Functional and structural mapping of human cerebral cortex: solutions are in the surfaces *P Natl. Acad. Sci.*, 95 (1998), pp. 788-795

[25] J. Damoiseaux, S. Rombouts, F. Barkhof, P. Scheltens, C. Stam, S.M. Smith, C. Beckmann Consistent resting-state networks across healthy subjects *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 103 (2006), pp. 13848-13853

- [26] Thirion, B., Faugeras, O., 2004. Nonlinear dimension reduction of fMRI data: the laplacian embedding approach. In: Proceedings of IEEE International Symposium on Biomedical Imaging: Nano to Macro, pp. 372-375.
- [27] M. van den Heuvel, R. Mandl, H. Hulshoff Pol Normalized cut group clustering of resting-state fMRI data PLoS One, 3 (2008), p. e2001
- [28] T.D. Satterthwaite, D.H. Wolf, D.R. Roalf, K. Ruparel, G. Erus, S. Vandekar, E.D. Gennatas, M.A. Elliott, A. Smith, H. Hakonarson, R. Verma, C. Davatzikos, R.E. Gur, R.C. Gur Linked sex differences in cognition and functional connectivity in youth Cereb. Cortex, 25 (2015), p. 2383
- [29] C.M. Leonard, S. Towler, S. Welcome, L.K. Halderman, R. Otto, M.A. Eckert, C. Chiarello Size matters: cerebral volume influences sex differences in neuroanatomy Cereb. Cortex, 18 (2008), pp. 2920-2931
- [30] E.S. Finn, X. Shen, D. Scheinost, M.D. Rosenberg, J. Huang, M.M. Chun, X. Papademetris, R.T. Constable Functional connectome fingerprinting: identifying individuals using patterns of brain connectivity Nat. Neurosci., 18 (2015), pp. 1664-1671