

## 【文献調査】

## Online visualization of brain connectivity

田中 健太

廣安 知之

日和 悟

2015年12月11日

---

## 1 タイトル

脳機能接続のオンライン可視化

## 2 著者

Martin Billinger, Clemens Brunnera, Gernot R. Müller-Putza

## 3 出典

Journal of Neuroscience Methods, Vol.256, p.106-116, 2015.

## 4 アブストラクト

### 背景

リアルタイム脳機能マッピングやニューロフィードバックのような脳活動を視覚化する実用的なアプリケーションが構築される一方で、脳機能の接続性に関する分野では視覚化アプリケーションはまだ十分に発展していない。加えて、接続性の推定は技術的にも難しいためオンラインアプリケーションにおいて脳機能接続性に関する実用的な使用は避けられてきた。

### 提案手法

本研究では、オンライン脳波計測時における独立した信号源間の接続性を推定し、可視化することができるアルゴリズムを提案する。

### 結果

信号源の抽出と接続性の推定に有効な CSPVARICA のような処理のコアプログラムは Python のツールボックスとして SCoT をオープンソース化している。我々は初めてオンライン上での接続性の可視化を実現可能にした。本実験では 12 名の被験者に参加協力をして頂き、眼球の開閉によるレストと左右手運動想起で構成されているタスクを行った。接続パターンは 4 名の被験者において 2 つの運動想起間で顕著に異なった。また 7 名の被験者においてはレスト区間で異なる接続パターンが観測された。

### 既存手法との比較

既存の脳機能接続性に関する研究ではオフラインでの手法が主である。それに対して、オンラインでの接続性推定の研究はさほど行われていない。例えば、一人の被験者に対して着用可能なウェアラブル型の EEG 端末を基にした Glass Brain Project は有名な Science 紙でかなりの注目を昨年浴びた。しかしながら、彼らの手法は多数の被験者において有効な手法ではない。

### 結論

我々は EEG 計測時にオンラインで接続性パターンを観測した。これはリアルタイムで接続性を分析するための初段階の試みである。

## 5 キーワード

EEG, Connectivity, ICA, Real-time, Visualization

## 6 参考文献

### 参考文献

#### 6.1 脳神経科学

Drachman DA. "Do we have brain to spare?," *Neurology*, 2005

#### 6.2 脳機能接続

Friston KJ. "Functional and effective connectivity: a review," *Brain Connect*, 2011, p13-36.

#### 6.3 解剖学的視点からの脳神経接続性

Wakana S, Hangyi J, Nagae-Poetscher LM, van Zijl PCM, Mori S. "Fiber tract-based atlas of human white matter anatomy," *Radiology*, 2004, p77-87.

Friston KJ, Liddle FCDF, Frackowiak RS. "Functional connectivity: the principal-component analysis of large (PET) data sets," *J Cereb Blood Flow Metab*, 1993, p5-14.

#### 6.4 fMRI による脳接続性の解明

Smith SM. "The future of fMRI connectivity," *NeuroImage*, 2012, p1257-66.

#### 6.5 EEG による脳接続性の解明

Michel CM, Murray MM. "Towards the utilization of EEG as a brain imaging tool," *Neuroimage* (2012), Vol.61(2), p371-85.

#### 6.6 MEG による脳接続性の解明

Brookes MJ, Woolrich MW, Barnes GR. "Measuring functional connectivity in MEG: a multivariate approach insensitive to linear source leakage," *Neuroimage*(2012), Vol.63, p910-20.

#### 6.7 接続性に関する EEG の解析用ソフト

Delorme A, Mullen T, Kothe C, Akalin Acar Z, Bigdely-Shamlo N, Vankov A, et al. "EEGLAB, SIFT, NFT, BCILAB, and ERICA: new tools for advanced EEG processing," *Comput Intell Neurosci* (2011), p1-12.

Gramfort A, Luessi M, Larson E, Engemann DA, Strohmeier D, Brodbeck C, et al. "MEG and EEG data analysis with MNE-Python," *Front Neurosci*(2013) vol.7.

Oostenveld R, Fries P, Maris E, Schoffelen J-M. "FieldTrip: open source software for advanced analysis of MEG, EEG, and invasive electrophysiological data," *Comput Intell Neurosci*(2011), Vol.9.

#### 6.8 シングルトライアルにおける接続性

Billinger M, Brunner C, Müller-Putz GR. "Single-trial connectivity estimation for classification of motor imagery data," *J Neural Eng*(2013).

#### 6.9 ICA による信号源分離

Makeig S, Bell AJ, Jung T-P, Sejnowski TJ. "Independent component analysis of electroencephalographic data," In: *Advances in neural information processing systems*. MIT Press(1996), p.145-51.

## 6.10 てんかん発作を予測するための接続性の検証

van Mierlo P, Papadopoulou M, Carrette E, Boon P, Vandenberghe S, Vonck K, et al. "Functional brain connectivity from EEG in epilepsy: seizure prediction and epileptogenic focus localization," *Prog Neurobiol*(2014), Vol.121, p.19-35.