

【文献調査】

Turbo-Satori: a neurofeedback and brain-computer interface toolbox for real-time functional near-infrared spectroscopy

藤井 聖香

廣安 知之

日和 悟

2017年11月7日

1 タイトル

Turbo-Satori:リアルタイム機能的近赤外分光法のためのニューロフィードバックと脳コンピューターインターフェースツールボックス

2 著者

Lühns, Michael and Goebel, Rainer

3 出典

Neurophotonics, vol.4, No.4, pp. 041504, 2017

4 アブストラクト

Turbo-Satori は、リアルタイム機能的近赤外分光法 (fNIRS) のための神経フィードバックと脳コンピューターインタフェース (BCI) ツールボックスである。リアルタイムの前処理および分析から神経フィードバックおよび BCI アプリケーションまでの複数のパイプラインが組み込まれている。ツールボックスは有用性に重点を置いて設計されており、リアルタイム実験のセットアップと実行を迅速に実行することができる。Turbo-Satori は、リアルタイムの一般的な線形モデル計算に高度な再帰最小二乗法を使用し、高度な BCI アプリケーション用の SVM 教師あり学習を使用している。これは、一般的な NIRx fNIRS ハードウェアと直接通信し、最大 6 時間の録音実験中に、すべてのサンプリング間隔の計算時間を大幅に変更することなく、計算をリアルタイムで実行できるように幅広くテストされた。高度な処理機能に即座にアクセスできるようにすることで、fNIRS のデータ収集と処理の分野で、学生や非専門家にもこのツールボックスを使用可能である。柔軟なネットワークインターフェースにより、第三者の刺激アプリケーションは、処理されたデータおよび計算された統計にリアルタイムでアクセスし、この情報を神経フィードバックまたは BCI プレゼンテーションに容易に組み込むことが可能である。

5 キーワード

functional near-infrared spectroscopy, real-time, neurofeedback, brain-computer interfaces, support vector machines, general linear model

6 参考文献

6.1 Human Computer Interaction (HCI) について

[1] R. Lorenz, J. Pascual, B. Blankertz and C. Vidaurre, Towards a holistic assessment of the user experience with hybrid bcis,” Journal of neural engineering, vol. 11, no. 3, p.035007, 2014.

[2] A. Girouard, Towards adaptive user interfaces using real time fNIRS, Tufts University, 2010.

[3] E.T. Solovey and R. Adviser-Jacob, Real-time fNIRS brain input for enhancing interactive systems,” Unpublished doctoral dissertation, Tufts University, 2012.

6.2 脳状態のデコーディング

[4] J.R. Sato, R. Basilio, F.F. Paiva, G.J. Garrido, I.E. Bramati, P. Bado, F. Tovar-Moll, R. Zahn and J. Moll, Real-time fMRI pattern decoding and neurofeedback using friend: an fslintegrated bci toolbox,” PLoS One, vol. 8, no. 12, p.e81658, 2013.

[5] L. Naci, R. Cusack, V.Z. Jia and A.M. Owen, The brain’s silent messenger: using selective attention to decode human thought for brain-based communication,” Journal of Neuroscience, vol. 33, no. 22, pp. 9385–9393, 2013.

[6] B. Sorger, B. Dahmen, J. Reithler, O. Gosseries, A. Maudoux, S. Laureys and R. Goebel, Another kind of ‘ bold response ’ : answering multiple-choice questions via online decoded single-trial brain signals,” Progress in brain research, vol. 177, pp. 275–292, 2009.

[7] M. Lührs, B. Sorger, R. Goebel and F. Esposito, Automated selection of brain regions for real-time fMRI brain-computer interfaces,” Journal of neural engineering, vol. 14, no. 1, p.016004, 2016.

[8] B. Sorger, J. Reithler, B. Dahmen and R. Goebel, A real-time fMRI-based spelling device immediately enabling robust motor-independent communication,” Current Biology, vol. 22, no. 14, pp. 1333–1338, 2012.

6.3 ニューロリハビリテーションについて

[9] M. Mihara and I. Miyai, Review of functional near-infrared spectroscopy in neurorehabilitation,” Neurophotonics, vol. 3, no. 3, pp. 031414–031414, 2016.

6.4 BOLD 効果について

[10] S. Ogawa, T.-M. Lee, A.R. Kay and D.W. Tank, Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation,” Proceedings of the National Academy of Sciences, vol. 87, no. 24, pp. 9868–9872, 1990.

6.5 HCI および BCI アプリケーション開発における fNIRS の使用

[11] D. Boas, G. Strangman, J. Culver, R. Hoge, G. Jasdzewski, R. Poldrack, B. Rosen and J. Mandeville, Can the cerebral metabolic rate of oxygen be estimated with near-infrared spectroscopy?,” Physics in medicine and biology, vol. 48, no. 15, p.2405, 2003.

6.6 機械学習を使用した BCI 研究

[12] N. Naseer and K.-S. Hong, fNIRS-based brain-computer interfaces: a review,” Frontiers in human neuroscience, vol. 9, 2015.

6.7 チャンネル信号の重要性

[13] N. Weiskopf, R. Veit, M. Erb, K. Mathiak, W. Grodd, R. Goebel and N. Birbaumer, Physiological self-regulation of regional brain activity using real-time functional magnetic resonance imaging (fmri): methodology and exemplary data,” Neuroimage, vol. 19, no. 3, pp. 577–586, 2003.

[14] F. Krause, C. Benjamins, M. Lührs, J. Eck, Q. Noirhomme, M. Rosenke, S. Brunheim, B. Sorger and R. Goebel, Real-time fmri-based self-regulation of brain activation across different visual feedback presentations,” Brain-Computer Interfaces, vol. 4, no. 1-2, pp. 87–101, 2017.