

【文献調査】

Unsuperised Brain Computer Interface Based on intersubject Information and Online Adaptation

石原 知憲 廣安 知之 日和 悟

2018年02月01日

1 タイトル

被験者間情報とオンライン適応に基づいた教師無しブレインコンピュータインターフェース

2 著者

Shijian Lu, Cuntai Guan, and Haihong Zhang

3 出典

IEEE TRANSACTIONS ON NEURAL SYSTEMS AND REHABILITATION ENGINEERING, 2009, VOL.17, NO.2

4 アブストラクト

従来のブレインコンピュータインターフェースは被験者間にわたる脳波記録 (EEG) のかなりの変動の問題に対処するためのガイドされた較正手順に依存している。しかしながら、この較正は、エンドユーザに不便をもたらす。本論文では、P300 ベースのブレインコンピュータインターフェースでこの問題に対処するオンライン適応学習法を提案する。オンライン操作中に被験者固有の EEG 特性を自動的にキャプチャすることにより、新規ユーザはガイド付き (監視された) 較正なしで P300 ベースの脳コンピュータインターフェースの操作を開始することができる。基本的な原則は、一般的な P300 の特徴を捕捉するために被験者のプールの脳波からオフラインで、被験者に依存しないモデルと呼ばれる一般的なモデルを最初に学習することである。新しいユーザにとって、サブジェクト固有のモデルと呼ばれる新しいモデルは、新しい被験者から記録された EEG に基づいてオンラインで適応され、信頼スコアに基づいた対象に依存しないモデル、または適応された被験者固有のモデルによって予測される。提案された方法を検証するために、10 人の健康な被験者を対象とした研究が行われ、肯定的な結果が得られた。例えば、24 分のオンライン適応 (10 20 文字のスペル) の後、適応モデルの精度は、完全に訓練された監督された被験者固有モデルの精度に収束する。

5 キーワード

Brain-computer interfaces (BCIs), event related potential, online model adaptation, P300-based word speller

6 参考文献

6.1 BCI の応用分野について

[1] J. R. Wolpaw, N. Birbaumer, D. J. McFarland, G. Pfurtscheller, and T.M. Vaughan, "Brain-computer interfaces for communication and control," *Clin. Neurophysiol.*, vol. 113, no. 6, pp. 767-791, 2002.

[2] E. A. Curran and M. J. Strokes, "Learning to control brain activity: A review of the production and control of EEG components for driving brain-computer interface (BCI) systems," *Brain Cognit.*, vol. 51, no. 3, pp. 326-336, 2003.

[3] S. P. Levine, J. E. Huggins, S. L. BeMent, R. K. Kushwaha, L. A. Schuh, M. M. Rohde, E. A. Passaro, D. A. Ross, K. V. Elisevich, and B. J. Smith, "A direct brain interface based on event-related potentials," *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 180-185, Jun.2000.

[4] M. A. Lebedev and M. A. L. Nicolelis, "Brain-machine interfaces: Past, present and future," *Trends*

Neurosci., vol. 29, no. 9, pp. 536-546, 2006.

6.2 EEG-BCIにおける被験者間変動について

[5] J. R. Wolpaw and D. J. McFarland, "Multichannel EEG-based brain-computer communication," *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, vol. 90, no. 6, pp. 444-449, 1994.

[6] B. Blankertz, G. Dornhege, C. Schafer, R. Kreple, J. Kohlmorgen, K.R. Mueller, V. Kunzmann, F. Losch, and G. Curio, "Boosting bit rates and error detection for the classification of fast-paced motor commands based on single-trial EEG analysis," *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil.Eng.*, vol. 11, no. 2, pp. 127-131, Jun. 2003.

[7] N. Xu, X. Gao, B. Hong, X. Miao, S. Gao, and F. Yang, "BCI competition 2003-Data set IIB: Enhancing P300 wave detection using ICA-based subspace projections for BCI applications," *IEEE Trans.Biomed. Eng.*, vol. 51, no. 6, pp. 1067-1072, Jun. 2004.

6.3 自身のデータを用いたキャリブレーション法について

[8] Y. Li and C. Guan, "Joint feature re-extraction and classification using an iterative semi-supervised support vector machine algorithm," *Mach.Learn.*, vol. 71, no. 1, pp. 33-53, 2008.

[9] Y. Li, H. Li, C. Guan, and Z. Y. Chin, "An self-training semi-supervised SVM algorithm and its application in an EEG-based brain computer interface speller system," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 29, no. 9, pp. 1285-1294, 2008.

6.4 適応型 P300 ベースの BCI の研究について

[10] S. Lu, C. Guan, and H. Zhang, "Learning adaptive subject-independent P300 models for EEG-based brain-computer interfaces," in *Int. Joint Conf. Neural Networks*, 2008, pp. 2462-2466.

6.5 P300 について

[11] J. F. Borisoff, S. G. Mason, and G. E. Birch, "Brain interface research for asynchronous control applications," *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil.Eng.*, vol. 14, no. 2, pp. 160-164, Jun. 2006.

[12] E. Halgren, K. Marinkovic, and P. Chauvel, "Generators of the late cognitive potentials in auditory and visual oddball tasks," *Electroencephalogr.Clin. Neurophysiol.*, vol. 106, no. 2, pp. 156-164, 1998.

6.6 P300 とオドポール課題について

[13] L. A. Farwell and E. Donchin, "Talking off the top of your head: Toward a mental prosthesis utilizing event-related brain potential," *Electroencephalogr.Clin. Neurophysiol.*, vol. 70, no. 6, pp. 510-523, 1988.

6.7 P300 型 BCI に用いられる機械学習方について

[14] H. Serby, E. Yom-Tov, and G. F. Inbar, "An improved P300-based brain-computer interface," *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 13, no. 1, pp. 89-98, Mar. 2005.

[15] E. Donchin, K. M. Spencer, and R.Wijesinghe, "The mental prosthesis:Assessing the speed of a P300-based brain-computer interface," *IEEE Trans. Rehabil. Eng.*, vol. 8, no. 2, pp. 174-179, Jun. 2000.

[16] T. Manoj, C. Guan, and J. Wu, "Robust classification of EEG signal for brain-computer interface," *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*,vol. 14, no. 1, pp. 24-29, Mar. 2006.

[17] H. Zhang, C. Guan, and C.Wang, "Towards asynchronous P300-based brain-computer interfaces: A computational approach with statistical models," *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 55, no. 6, pp. 1754-1763, Jun. 2008.

[18] M. Kaper, P. Meinicke, U. Grossekaethofer, T. Lingner, and H. Ritter, "Support vector machines for the p300 speller paradigm," *IEEE Trans.Biomed. Eng.*, vol. 51, no. 6, pp. 1073-1076, Jun. 2004.

6.8 P300 の被験者間変動について

[19] N. Noldy, R. Stelmack, and K. Campbell, "Event-related potentials and recognition memory for pictures and words: The effects of intentional and incidental learning," *Psychophysiology*, vol. 27, no. 4, pp. 417-428, 1990.

[20] R. Emmerson, R. Dustman, D. Shearer, and C. Turner, "P300 latency and symbol digit performance correlations in aging," *Exp. Aging Res.*,vol. 15, no. 3-4, pp. 151-159, 1990.

[21] M. Kutas, G. McCarthy, and E. Donchin, "Augmenting mental chronometry: The p300 as a measure of stimulus evaluation time," *Science*, vol. 197, no. 4305, pp. 792-795, 1977.

6.9 P300 の変動と背景脳波活動との関連について

[22] J. Polich, “On the relationship between EEG and P300: Individual differences, aging, and ultradian rhythms,” *Int. J. Psychophysiol.*, vol. 26, no. 1, pp. 299-317, 1997.

6.10 個人ごとのモデルを立てる問題点について

[23] T. M. Vaughan, “Guest editorial brain-computer interface technology: A review of the second international meeting,” *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.*, vol. 11, no. 2, pp. 94-109, Jun. 2003.