

自動再学習システムによる 脳波 SSVEP Covert Selective Attention 逐次判別

芹澤 央子[†] 白木 拓光[†] 松本 隆[†]
[†]早稲田大学大学院 先進理工学研究科

1. はじめに

随意運動を用いず脳情報から人の意図を読み取り、外部との伝達を行う Brain-Machine Interface(以下 BMI)の研究が活性化している。BMI のタスクに、定常的な視覚刺激に『刺激そのものを注視せず、注意のみを向ける』ことで発生する脳波(SSVEP Covert Selective Attention, 以下 Covert と略す)を用いたものがある。このタスクを用いた 2 値判別に対し、逐次的に機械学習アルゴリズムを構築し予測を行う研究が報告されている[1]。

逐次学習アルゴリズムを用いた Covert 判別問題において、被験者毎に、自動的に適切なタイミングで、学習フェーズからテストフェーズへの切り替えを行うシステム(学習フェーズ自動終了システム)が提案されている[2]。本研究ではさらに、テストフェーズから学習フェーズへの切り替えを、逐次エントロピーを用いて自動的に行うシステム(学習フェーズ自動再開システム)を提案し、実験結果を報告する。

2. 学習フェーズ自動再開システム

学習したモデルで予測を行っている過程で被験者の状態が変化する、あるいは被験者の置かれた環境が何らかの理由で変化すると、判別精度が下がることがままある。そのような時、再学習を行う必要があると考えられるが、自動的にそれを行う方法は、著者らが知る限り報告されていないと思われる。逐次的に学習したモデルが何らかの理由でふさわしくなくなったとき、自動的に再度学習フェーズに移行できれば好都合である。

3. 逐次エントロピー

本研究では、学習フェーズ自動再開基準に逐次エントロピー(以下SE)を用いた。テストフェーズでは、真のラベルを得ることはできないが、それらが与えられなくても、ふさわしい予測が行われているかを表す指標と考えられる:

$$SE(\mathbf{x}_{0:t}) = \frac{1}{M} \sum_{t'=t-M+1}^t H(\mathbf{x}_{0:t'}) \quad (1)$$

$$H(\mathbf{x}_{0:t}) = \sum_{y_t=0}^1 -P(y_t|\mathbf{x}_{0:t}) \log P(y_t|\mathbf{x}_{0:t}) \quad (2)$$

M は窓の長さであり、本研究では 6 と設定した。 t : トライアル番号, $\mathbf{x}_{0:t}$: 特徴量, y_t : ラベル, $P(y_t|\mathbf{x}_{0:t})$: 予測確率である。

テストフェーズでSEが閾値(th_{SE})を超えたとき再度学習フェーズに入る。本研究では $th_{SE}=0.8$ と設定した。

4. 実験結果

早稲田大学倫理委員会の了承を得て被験者 3 名から Covert データを取得した。各被験者に対して、眼球運動があった場合データを除去した。提案手法を用いた場合と用いなかった場合の実験をそれぞれ 10 回行い、テストフェーズの正答率とテストフェーズから学習フェーズへの切り替え回数の平均を表 1 に示す。

表 1. 実験結果

Subject	Accuracy[%]		Average Number of relearning
	with relearning	without relearning	
A	87.28	77.27	2.10
B	84.35	62.71	2.60
C	82.54	73.53	0.50
Average	84.7	71.2	1.7

5. まとめと今後の展望

被験者 3 名において、提案システムを用いることにより、テスト時の正答率が平均で 71.2% から 84.7% に向上した。今後は被験者数を増やし、多くの被験者で提案システムが有効にはたらくか検証していく予定である。

参考文献

[1] Y. Dobashi, C. Serizawa, T. Matsumoto. "Online Brain-Machine Co-learning for SSVEP Covert Selective Attention". the 3rd TOBI (Tools for Brain Computer Interaction) Workshop, pp.55-56, 2012.

[2] Y. Dobashi, A. Takemoto, S. Shigezumi, T. Shiraki, K. Nakamura, T. Matsumoto. "Automatic determination of stopping time of training phase in SSVEP-based Brain-Machine Interface with Bayesian sequential learning". The Ninth IASTED International Conference on Biomedical Engineering, 764-051, 2012.