

パーソナリティ検査における選択式アンケート回答時の脳波を用いた
社会的望ましきバイアスによる作為的回答判別手法の提案

Proposal for a Method to Detect Deliberate Responses Due to Social Desirability Bias
in Personality Tests Using EEG During Multiple-Choice Questionnaire Response

芦川 友仁[†] 伊藤 崇[†] 石津 昌平[†] 栗原 陽介[†]
Yuto Ashikawa Takashi Ito Shohei Ishizu Yosuke Kurihara

1. はじめに

パーソナリティ検査時に実施される選択式のアンケート回答過程において、受検者は時として他者から好意的に見られたいという思いや、自己のイメージダウンをしたくないという情動刺激に誘発される「社会的望ましきバイアス(SDB)」の影響を受け、作為的に回答を歪めてしまうことがある[1]。従って、SDBはパーソナリティ評価の結果の信頼性に影響を与える要因となる可能性があり、評価結果の正確な解釈を行う上でSDBを排除することが求められる。アンケート結果にSDBが含まれているかを客観的に判別できれば、検査結果の解釈の信頼性向上の一助となる。堀尾らは社会的望ましき尺度[2]によって回答のズレがある問題を検出することができるかの検討を行った[3]。また、情動刺激による脳活動の分析として、村松らは快・不快を対象とし、脳の部位間の複雑ネットワーク解析をし、脳の活性化に伴う脳部位間の関係性を分析した[4]。以上のような背景に鑑みて、本研究ではパーソナリティ検査回答時のアンケートの設問ごとにSDBの影響を受けて作為的回答をしたかを、回答中の受検者の脳波を基に構築した脳部位間の活性化ネットワークから判別する手法を提案する。

2. 提案手法

本研究では、アンケート回答中に設問から情動刺激を受けSDBが誘発されると、自己イメージの構築、他者の反応への注意、過去の記憶などの情報をもとに、評価者から望ましいと思われる回答をすると仮定し、このとき脳の前頭葉、頭頂葉、側頭葉、後頭葉の各部位の間で情報伝達が行われるとする。pを情報伝達が行われる国際10-20法に基づく脳部位の集合 $p = \{Fz, Fpz, Cz, Pz, T3, T4, O1, O2\}$ とする。pにおける各脳部位間において5種類の脳波(α 波、 β 波、 θ 波、 δ 波、 γ 波)ごとに脳活性ネットワークを構築することで、SDBが誘発された脳の状態における、脳の部位間の情報伝達の関係性を5種類のネットワークで表現し、アンケートにおける各設問の回答がSDBに基づく作為的回答であるかを判別する。

2.1 SDBによる脳部位間の活性化ネットワーク

提案する脳部位間の活性化ネットワークは α 波、 β 波、 θ 波、 δ 波、 γ 波ごとに構成される。 α 波におけるネットワークでは、任意の測定部位 $n \in p$ をノードとする。 $k(=$

$1, 2, \dots, N)$ をサンプリング間隔 Δt の離散時間ステップ、 N をデータ点数とし、部位 n で計測した脳波の離散時間信号を $x_n(k)$ とする。 $x_n(k)$ に対しハムノイズである50Hzをノッチフィルタで除去する。その信号に離散フーリエ変換を適用し振幅スペクトル $S_n(f)$ を求める。 f は離散周波数とする。 α 波の活性化ネットワークにおいて、部位 n のノードに対し以下の(1)式に示すように、振幅スペクトル $S_n(f)$ の全周波数帯域の総和 I_{nall} に対する8-13Hzの範囲の総和 I_{n13-8} の比を部位 n の α 波の含有率を、ノードの値 $I_{n\alpha}$ とする。

$$I_{n\alpha} = \frac{I_{n8-13}}{I_{nall}} \quad (1)$$

また、 α 波の活性化ネットワークにおける部位 n と部位 $m \in p (m \neq n)$ 間のエッジにおいて、部位 n と部位 m における振幅スペクトル $S_n(f)$ 、 $S_m(f)$ のコヒーレンス値をエッジの値 C_{nma} とする。さらに、 $I_{n\alpha}$ 、 C_{nma} においてSDBによる影響度 $w_n (= 0 \sim 1)$ を脳波ごとに重みとしてかけた $w_{n,i} I_{n\alpha}$ 、 $w_{n,c} C_{nma}$ を特徴量とする。

同様に β 波は14-29Hz、 θ 波は4-7Hz、 δ 波は0.5-3Hz、 γ 波は30-70Hzの周波数帯域を用いて、上記の手順で各脳波での活性化ネットワークを構築する。

2.2 アンケートにおける作為的回答の判別

5種類の活性化ネットワークをもとに、アンケート回答時の設問ごとに作為的に回答したかを判別する手段として、サポートベクターマシン(SVM)を基にした2クラス分類法を用いる。SVMの学習フェーズでは、学習用のデータとして、設問数を Q 、設問番号を $i (= 1, 2, \dots, Q)$ とし、 $N_s - 1$ 名に対し、アンケートの設問ごとの回答中に脳波 $x_{n,i}(k)$ を計測し、ネットワークを構築する。各脳波 $x_{n,i}(k)$ には、回答したアンケート結果において設問ごとに作為的に回答したかどうかを参加者ごとにラベル $L_i \in \{0, 1\}$ として付与される。ここで0は作為的に回答をしていない、1は作為的に回答したことを表す。学習用の $(N_s - 1) \times Q$ 個のデータに対し $w_{n,i} I_{n\alpha}$ と $w_{n,c} C_{nma}$ を特徴量、 $N_s - 1$ 名の L_1 から L_Q を教師信号としてSVMの学習を行う。SVMの判別フェーズにおいては、設問ごとに作為的に回答しているかが未知の脳波 $x_{n,i}(k)$ を計測し、活性化ネットワークを構築し特徴量 $w_{n,i} I_{n\alpha}$ 、 $w_{n,c} C_{nma}$ を求める。この特徴量を、学習フェーズで学習させたSVMに入力することで、アンケートの設問ごとに作為的に回答をしたかを判別する。

[†] 青山学院大学理工学研究科理工学専攻マネジメントテクノロジーコース Aoyama Gakuin University Graduate School of Science and Engineering Department of Science and Engineering Management Technology Course

3. 検証実験

3.1 実験方法およびデータセット

提案手法の妥当性を検証するため、19歳から23歳の23名($N_s = 23$)とし検証実験を行う。アンケートとして、日本語版 NEO-FFI の調和性に関する設問をランダムに並べたテスト12問($Q = 12$)を用い、参加者には0点から4点で回答してもらう。参加者には、同じ12問のアンケートを2セット用意する。ただし、2セットのアンケートは出題の順序はランダムとする。実験条件(A1)として、1セットに対しては、正直に回答してもらう。また条件(A2)として、もう1セットのアンケートにおいては、自分を良く見せたい設問に対しては、作為的に回答をしてもらう。参加者は、アンケートの設問に対し、設問表示用PCを見ながら、無線キーボードを用いて回答する。また、国際10-20法に基づき電極を頭部に設置することで、 $x_{n,i}(k)$ を計測用PCで計測する。本実験は青山学院大学倫理審査委員会による倫理審査(審査番号H23-025)の承認のもと行う。

3.2 遺伝的アルゴリズムによるパラメータの最適化

各設問に対し、(A1)と(A2)の回答の点数の差から作為的に回答した設問を求める。点数の差は1から4までの閾値 s を設定し、(A1)と(A2)の同じ設問において s 点以上の差がある場合、SDBによる影響を受け作為的に回答した設問としてラベル L_i を1とする。それ以外の設問はラベル L_i を0とする。設問ごとに計測した脳波から求めたネットワークとラベル L_i を1データセットとし、全276(=12問×23名)データセットを取得する。

また、本検証実験で用いたSVMのハイパーパラメータはカーネル関数、分類誤差への罰則を調整するパラメータ C 、決定境界の複雑性を調整するパラメータ γ 、polynomialカーネルにおいて、次数を調整するパラメータ d の4種類である。本実験では、特徴量における脳波ごとの重み $w_{n,i}$ 、 $w_{n,c}$ 、閾値 s 、カーネル関数の種類(linearカーネル、RBFカーネル、polynomialカーネル)、 C 、 γ 、 d の値は遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて最適化した。wは0から1、Cおよび γ は0から1000、 d は2から4の範囲で決定する。GAの世代数は12000、個体数は200とした。

3.3 評価方法

判別精度の評価は、23名中22名の参加者のデータを用いSVMで学習し、残り1名のデータでテストするleave-one-subject-out cross-validationにより行う。264(=12問×22名)の学習用のデータセットにおいて、作為されたデータ数と作為されていないデータ数が均一になるようにランダム選択を5回行い、1名分の12個のテストデータを判別し混同行列を作成する。この処理を全参加者に対して行い、115個(23名×5回)の混同行列を求める。

各混同行列において、正解率、陽性的中率、陰性的中率、陽性再現率、陰性再現率、F値を評価指標として求め、各評価指標の平均値により、提案手法の判別精度を評価する。

4. 実験結果

表1に検証実験の結果の混同行列を示す。表1から、正解率0.634、陽性的中率0.711、陰性的中率0.584、陽性再現率0.733、陰性再現率0.585、F値0.661の精度で設問ごとに

作為的回答をしているかを判別することが可能となった。このときのGAで決定したハイパーパラメータは、polynomialカーネル、 C が786.448、 γ が1.683、 d が2であり、 s が1であった。40個の $w_{n,i}$ 、140個の $w_{n,c}$ はGAで最適化された値を用いた。

表1 最適化されたパラメータを用いた場合の混同行列 (()内は標準偏差)

		実測値	
		0 (作為なし)	1 (作為あり)
予測値	0	2.765 (±1.8477)	2.1565 (±2.0157)
	1	2.2348 (±2.0915)	4.8522 (±2.1572)

5. 考察

本検証では条件(A2)において、参加者には自分をよく見せたいと思う必要がない設問に対しては、(A1)と同様に正直に回答してもらった。しかし(A2)において正直に回答したにもかかわらず、条件(A1)の回答と一致していない設問があった。これは、参加者が正直に回答していると思いつつも無意識に作為的な回答をしたか、その設問における参加者の基準があいまいなため、(A1)、(A2)の回答を行った時間が違ったことで基準が変わり、どちらの条件下でも正直に回答したにもかかわらず結果が異なると考えられる。本実験では、このような設問を含めたまま検証したことが判別精度を下げた1つの要因と考えられる。

さらに、条件(A1)と(A2)で同じ上限の4点と回答をしているが、回答が5段階であるため4点以上を選ぶことができず、(A2)の回答にSDBによる影響があるにもかかわらず、その影響を反映することができず、誤判別を起こした可能性も考えられる。

6. むすび

本研究では、パーソナリティ検査回答時に誘発するSDBを対象とし、アンケート回答時の脳波ごとのネットワークを特徴として、SDBによる作為的回答をしたかを判別する手法を提案した。23名を対象とした検証実験の結果、正解率0.634、陽性的中率0.711、陰性的中率0.584、陽性再現率0.733、陰性再現率0.585、F値0.661の精度でSDBによる作為的回答をしたかを判別することが可能となった。

今後の課題として、既存の周波数帯域以外の脳波を特徴量として用いることで、より高精度な判別を行う手法についての検討があげられる。

参考文献

- [1] A. L. Edwards, "The Social Desirability Variable in Personality Assessment and Research," New York, 1957.
- [2] D. Crowne, and D. Marlowe, "A New Scale of Social Desirability Independent of Psychopathology." *Journal of consulting psychology*, Vol. 24, No. 4, p.349, 1960.
- [3] S. Horio, K. Takahashi, "Roles of Social Desirability Scales of The Big-Five Personality Inventory in Faking Settings," *Japanese Association of Industrial/Organization Psychology journal*, Vol. 17, pp.65-77, 2004.
- [4] A. Muramatsu, S. Kobayashi, Y. Mizuno-Matsumoto, "Complex Network Analysis of Electroencephalography Elicited by Emotional Stimuli Presented on the Smartphone," *Journal of Affective Engineering*, Vol. 18, No. 4, pp.263-271, 2019.