

筆記特徴に基づく創造性の高い作業への取り組み状態の検出

Detection of engagement in creative tasks based on writing features

裏山昂平

島川博光

Kohei Urayama Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

周囲の環境がヒトの認知機能に影響を与えていることは過去の研究から明らかである。しかし、環境が認知機能に及ぼす影響を簡単に評価する方法は未だ体系化されていない。

ヒトが新しいことを理解するときにはワーキングメモリ[2]が使われる。ワーキングメモリとは、ヒトが新しい知識を会得するときの処理能力の容量である。ヒトが新しいことを理解するときの負荷は、ワーキングメモリをどの程度割り当てて表される。これは認知的負荷[2]と呼ばれる。

このように認知的負荷は、本論文で議論する、新しいアイデアを創出する創造性に関わる認知機能を示す重要な要因とされている。

血糖値、物理環境、視覚、衣服などが認知機能に影響を及ぼすことが分かっている[3-9]。また、小西らは、ヒトの生体情報から心理的評価に基づく学習行動を推定する手法を提案している。生体情報には、脳波や脈拍数、心拍数、血流などが含まれる。生体情報を分析することで、ヒトの不規則な学習行動を検出できる。しかし、専門の装置が必要であり、安易に計測ができない。また、学習者への負荷が高い。本研究では、簡単に計測でき、学習者へ余計な負担をかけない高精度な推定方法を提案する。

2. 架空生物生成課題

本手法では吉田ら[10]が使用した架空生物生成課題を被験者に課す。

まず、ガス、キバ、鍵盤といった 50 種類のアイデア部品が描かれたリストを用意する。被験者は、15 分で、アイデア部品の意外な組み合わせを使って描くよう求められる。

吉田らが行った実験と異なり、意外な組み合わせのパターンを考え続けさせるため使用する部品数を制限しない。また、考える時間を十分にとるため、時間を 15 分にする。提示した部品以外を使うことは許可しないが、同じ部品は何回使っても良く、拡大、縮小、回転、多少の変形を許可する。これは作品を描きやすくするためと、後に作品の評価を簡単にするためである。

吉田らによれば、創造性の評価には多様性、新規性、妥当性が重要と考えられる。多様性や新規性は部品の組み合わせ方で評価可能である。また妥当性や新規性に関しては適切さや精巧さに緩やかな制約を持つ。なぜなら、架空の生物を描くため、必ずしも実現可能な生物を描く必要はないが、ただ部品を描くだけでなく、惑星に住む生物として統合する必要があるからである。さらに生物を描くため、一定のリアリティを持たせなければならない。ただ単に奇抜な作品を作れば良いというわけでないので新奇性に制約を持たせることができる。

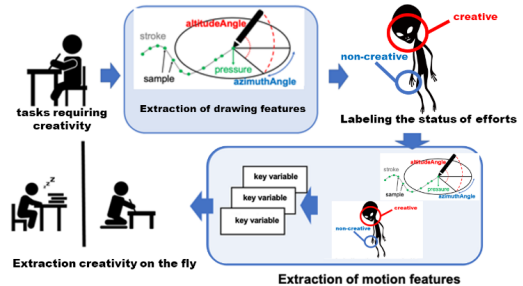


図 1: 創造性発揮時の特徴検出手法

3. 手書きログを用いた創造性発揮状態の検出

3.1 検出の流れ

本研究では、ヒトが創造性ある作業に集中しているかを、その場で、かつ、簡単に判定できる手法を提案する。

提案手法は、対象者が創造的作業に従事しているときの手書きログを分析することで、創造的な作業に集中できている状態を識別する手法を提案する。

図 1 に手法の概要を示す。対象者が、架空生物生成課題にて、創造性を発揮する描画に従事していることを想定する。本研究では、手書き時の筆圧、ペンを持つ角度などで表される筆記状況から、対象者が創造性を発揮すべき作業に集中できているかを判定する。

3.2 取得データの詳細

筆記状況は、タブレット端末に電子ペンを使ってユーザに手書きで描画させることで収集する。電子ペンから得られる筆圧、電子ペンを持つ角度などで表される手書き時の筆記状況を手書きログとして取得する。

本手法では電子ペンから取得した位置座標、筆圧、高度角、方位角を取得する。位置座標とは電子ペンの描画可能領域において電子ペンが触れている箇所を、左上を原点とした x 座標と y 座標を小数点第 1 位まで記録したものである。筆圧とは電子ペンがタブレットを押し付けた力を数値化したものである。高度角とは、タブレットとペンの角度をラジアン値で表したものである。方位角とは、ペンが倒れている方向をラジアン値で表したものである。ペンを x 軸正方向に真横に傾けると 0 になり、時計回りに回転させると増加し、逆時計回りに回転させると減少する。筆圧、高度、方位角はそのまま特徴量として使用する。また、位置座標の差分から電子ペンが動いた速度を導き、それを特徴量として使用する。

創造性を発揮しているときとそうでないときはペンや修正機能を使う頻度が違うと想定される。そのため、本研究では、一定時間ごとに何秒ペンや修正機能を使ったかを記録し特徴量として使用する。今回は 10 秒ごとと 100 秒ごとに使ったペンの回数と修正機能の回数を計数する。

3.3 ラベリング

創造性が発揮されている部分とそうでない部分が描か

れている期間の手書きログを調べることにより、創造性が発揮されているときには、筆記状況にいかなる特徴があるかを分析することができる。これら 2 つの部分の特徴を調べるために、完成した描画に対して、創造性が発揮されている部分とそうでない部分をラベル付けする。

今回は作品のなかで、生物の部品を通常とは違う場所に描いていると創造性があると判断した。例えば“脳みそ”を胴体部分に描いている箇所や、“くちばし”を足部分に描いている箇所は創造性があると判断した。また、生物の部品以外は、“車輪”を下に描いている箇所や、“はさみ”を手部分にかいている箇所など、一般的にありそうな場所に描いている箇所は創造性が無いと判断した。逆に、“鍵盤”を歯部分に描いているなど、一般的なイメージから外れた場所に描いている部品は創造性があると判断した。

3.4 分類

今回は分類手法としてランダムフォレストを使った。線形モデルで分類を行ったところ、まったく分類できなかったため、今回のデータは非線形で分類可能ではないかと考えたためである。

非線形モデルのうち、ランダムフォレストを選んだ理由は、重要変数を出すことが出来るからである。今回の実験では、創造性を発揮しているときの動作特徴を導くことが目的である。重要変数は考察にあたって参考になると考えたためである。

4. 実験

4.1 実験概要

被験者は 20 歳から 25 歳の大学生、大学院生の 19 人で行った。まず、被験者には猫の写真を見せ、模写する課題を課した。これは、模写は創造性を必要としないと一般的に考えられるため、創造性のない状態をとるためである。

次に、被験者にはそれぞれ生物生成課題を実施した。筆記ログをとるために架空生物を iPad 上で描画させた。

50 個のアイデア部品を PC 画面に写しだし、見ながら取り組んだ。その際、被験者に 2 章で記述した条件が与えられた。被験者が 15 分程度で作品を作成し、完成した時点で記録を終了した。

描画後にどの部品を使ったかをアンケートで尋ねた。実験実施者が画面録画とアンケートをもとに創造性の有無をラベル付けした。ラベル付けの基準は、一般的に存在しない場所に描いている部品を描いている期間を創造性があるとし、それ以外を創造性が無いとした。また、制限時間に焦って描いた箇所を急いで描いた期間とした。被験者 19 人中、このラベルを付けた被験者は 8 人であった。

4.2 実験結果

猫の模写のデータを創造性が無い状態とし、宇宙人の課題のデータと統合した。

さらに、一般化を目的とし、被験者全員のデータを統合しランダムフォレストを用いて描画期間を分類した。

テストデータを 30% としランダムフォレストで分類した結果、テストデータの正解率が 0.906 であった。また、F1-score が 0.699 であった。

さらに重要変数を算出すると、ペンか修正かを示す説明変数の重要度が 0.451 と高かった。そのため、ペンのみデータと修正のみデータで分割して解析を行った、そ

の結果、ペンのみデータのテストデータの正解率が 0.922、F1-score が 0.750 であった。修正のみデータのテストデータの正解率は 0.950、F1-score が 0.756 であった。

正解率と F1-score がかけ離れた理由は、急いで描いたラベルが非常に少なかったためであると考えられる。

ペンのみデータの重要変数は 10 秒ごとのペンの回数が 0.242、100 秒ごとのペンの回数が 0.228 と非常に高かった。また、筆圧は 0.040、速度は 0.044 と低かった。

創造性があるときと無いときで各説明変数を箱ひげ図でプロットしたところ、ペンの回数は差がみられなかったが、速度は創造性があるときは非常に低い値だった。

修正のみデータの重要変数は高度角が 0.144、方位角が 0.155 と高めに出た。また、10 秒ごとのペンの回数が 0.154、100 秒ごとのペンの回数が 0.270 と、ペンのみデータと同様に高かった。また、筆圧は 0.063、速度は 0.019 とこちらも同様に低かった。

同様に、創造性がある場合は高度角、方位角に差があった。また、10 秒ごとのペンの回数は少し低かった。

4.3 考察

実験の結果、創造性を発揮するとき、ペンの持ち方、速度、ペンの使用頻度に特徴が現れることが判明した。ランダムフォレストによって高い精度で分類することが出来た。創造性を発揮するとペンに力が入り、筆圧に差が出ると考えていたが、有意差は確認できなかった。

5. おわりに

本論文では、被験者の筆記特徴から創造性を発揮したときの特徴を抽出した。その結果、ペンの使用頻度が変わり、ペンの持ち方が変わることが判明した。事前に予想した筆圧と速度の影響は確認できなかった。

参考文献

- [1] Peterson, L., & Peterson, M. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193-198.
- [2] J. Sweller, P. Ayres, and S. Kalyuga, “Cognitive load theory” Springer, 2011.
- [3] Hwan-Hee Choi, Jeroen J. G. van Merriënboer, Fred Paas, “Effects of the Physical Environment on Cognitive Load and Learning: Towards a New Model of Cognitive Load.” *Educ Psychol Rev* (2014) 26:225–244 DOI 10.1007/s10648-014-9262-6
- [4] Vredeveltd, A., Hitch, G., & Baddeley, A. D. (2011). Eyeclosure helps memory by reducing cognitive load and enhancing visualisation. *Memory & Cognition*, 39, 1253–1263.
- [5] Godden, D. R., & Baddeley, A. D. (1975). Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66(3), 325–331.
- [6] Kramer, A. F., Coyne, J. T., & Strayer, D. L. (1993). Cognitive function at high-altitude. *Human Factors*, 35, 329–344.
- [7] Lan, L., Wargocki, P., Wyon, D. P., & Lian, Z. (2011). Effects of thermal discomfort in an office on perceived air quality, SBS symptoms, physiological responses, and human performance. *Indoor Air*, 21, 376–390.
- [8] Adam, H., & Galinsky, A. D. (2012). Enclothed cognition. *Journal of Experimental Social Psychology*, 48, 918–925.
- [9] Hancock, D. R. (2001). Effects of test anxiety and evaluative threat on students’ achievement and motivation. *Journal of Educational Research*, 94, 284–290.
- [10] 吉田靖, 服部雅史, 尾田政臣, アイデア探索空間と創造性の関係, *心理学研究* 2005 年第 76 巻第 3 号 pp.211-218