

クリエイティブなアイデアが創造できる環境の識別手法

Method for identifying environment to engage persons in idea creation

裏山昂平

伊東大輝

島川博光

Kohei Urayama

Hiroki Ito

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明らかである。しかし、環境が認知機能に及ぼす影響を評価する方法は未だ体系化されていない。

本研究は、ヒトの思考力が与えられた環境下で良好な状態にあるかを判定する手法を提案する。

創造性が発揮される作品を作成する課題を設定し、被験者が作成した成果の出来具合を複数の人間が評価する。次に心拍、発汗などの生理信号、姿勢や筆圧などの行動、部屋の温度や騒音などの環境要因を収集し、機械学習により成果が良好な状態と対応をとる。

本研究によって、目的に応じた空間設計を効果的に考案できる。また、在宅勤務の労働管理に活用できる。

2. 手書きログから状態を推定する関連研究

2.1 認知機能の推定

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が使われる。ワーキングメモリとは、学習者が新しい知識を会得する際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るかで表される。これは認知的負荷[1]と呼ばれる。認知的負荷は、学習の効率に影響を与える重要な要因とされている。

小西ら[2]は、学習者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、学習者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る。また、学習者への負荷が高い。学習者へ余計な負担をかけない高精度な推定方法が必要である。

2.2 環境が認知機能に及ぼす影響

Hwan-Hee Choi ら[3]は、物理的な環境要因が認知的負荷に影響を及ぼすと主張している。

Paas と Van Merriënboer[4]が示したオリジナルモデルでは、物理的学習環境は質感、色、大きさ、形、重さ、音などの教材や道具の物理的特性、容積、密度、照明条件、配置、熱条件などの建築環境の物理的特性、自然空間、他の人々の物理的存在などが含まれる。人間の感覚で知覚できる環境からの感覚刺激、すなわち、視覚、聴覚、嗅覚、味覚、触覚、温度、バランスなども対象となる。ここで物理的学習環境とは、教育や学習が行われる場所の物理的特性全般を指す。

さらに法医学や心理学の分野では、閉眼によって環境から無関係な刺激を排除すると、非生産的な作業記憶の負荷が軽減され、環境の監視に使われていたはずの作業記憶資源が解放されることで、目撃者の記憶タスクのパフォーマンスが向上するという知見がある。例えば、Vredeveldt と Glenberg ら[5]は、認知的に困難な課題の際

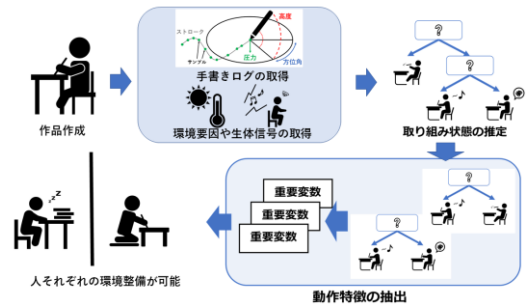


図 1: 手書きログからの作成者状態の推定方法

に、被験者が周囲の環境から視線をそらすと、記憶の検索が改善されることを示し、視覚系におけるこの現象の別のデモンストレーションを行った。実際、視線回避は、視覚的環境情報の処理に伴うワーキングメモリの負荷を管理する方法として同定される。

物理的な学習環境が認知に与える影響は、文脈依存的な記憶の観点からも捉えることができる。これは一般的に、(物理的な)学習環境とテスト環境が似ている場合の方が、異なる場合よりも優れた記憶パフォーマンスが得られることを意味する。ターゲットと文脈の自動結合により、環境刺激(匂い、色、場所など)は記憶トレース(認知スキーマ)の一部としてエンコードされ、同じ環境でエンコードされた他の情報を取り出すための文脈上の手がかりとして利用することができる。Godden と Baddeley[6]の研究によると、乾いた土地と水中で単語リストを学習したところ、水中で学習した単語リストは、水中で想起テストを行った方が記憶に残りやすく、乾いた土地で学習・テストした場合も同様の効果があるという、符号化特異性効果が示された。

物理的学習環境の生理的効果 物理的環境の側面は、生理的要因を通じて認知的負荷や学習に影響を与える可能性がある。Kramer ら[7]によると、高地登山中の酸素欠乏などの低酸素への急性および慢性的な曝露が人間の学習と認知に及ぼす悪影響に関する研究に基づいて、学習環境の空気質と温度条件が、酸素に関連する生理学的メカニズムを通じて個人の学習パフォーマンスに影響を与えると仮定することができる。さらに Lan ら[8]は暖かいオフィス環境(30℃)では、温度差のないオフィス環境(22℃)に比べて、参加者の動脈血酸素飽和度が低くなり、努力をする意欲が低下することを発見した。

環境による直接的な生理学的効果の例として、食事が血糖値に与える影響がある。ブドウ糖飲料などによる血糖値の上昇は、多くの認知的課題、特に努力を要する精神的処理を必要とする課題の改善と関連している例えば、血糖値、血中酸素飽和度、および認知能力の間に正の関係があるのは、努力を要する認知処理を行う際に、タス

クに敏感な神経機構によって、より多くの酸素とグルコースを必要とする脳の代謝ニーズに対応するためであると説明できるまた、いくつかの研究では照明の色温度と照度レベルが認知能力に影響を与えることが示されている。

上記のように客観的に学習に適した環境は広く認識されている。しかし学習環境の温度条件の影響が、認知パフォーマンスに直接的な生理学的影響を与える可能性があることは明らかである。しかし、他の要因については、認知への影響が生理的なものなのか、他のプロセスによって媒介されるものなのかは、あまり明らかではない。また、学習者の感情によって認知機能が左右されることがある。例えば、Adam と Galinsky[9]が行った最近の研究では、身体的特徴(=衣服の象徴的意味)が学習者の認知的パフォーマンスに影響を与えることが示された。白衣を着た参加者は、普段着の参加者に比べて、選択的注意タスクのパフォーマンスが高かった。Hancock[10]は、評価の高い教室にいと、学生の成績は低下し、モチベーションも低下すること、また、この効果はテスト不安のある学生ほど顕著であることを明らかにした。このように学習者にとって最適な学習環境は主幹によるところが大きい。しかし従来の研究は比較実験によって研究されたもので、環境が認知機能に及ぼす影響を評価する方法は未だ体系化されていない。

3. 認知能力の推定と要因の同定

3.1 生体・行動・環境による認知能力の推定方法

本研究では手書き作業時の状況を分析し、環境要因や生体信号を取得することで、創造的な作業に集中できる環境がいかなるものかを同定する。

図1に手法の概要を提示する。

被験者に創造性を発揮する課題を設定する。またさまざまな環境を用意する。そして手書きログと生体信号、環境要因などのデータを説明変数として機械学習を行う。その後重要変数を抽出し、適した環境の時の動作特徴を見つける。

3.2 手書きログによる認知能力の推定

本手法は、作成者の取り組み状態を推定するためにタブレットで創造性を発揮する課題に取り組むさいの作成者の筆記データを分析する。

図2に手書きログから取得できる情報を示す。

筆圧、筆記速度、ペンの向きを手書きログとして取得し、学習者の取り組み状態を推定する手法を考える。本研究は電子ペンとタブレットを用いることで手書き作成を可能とする。ペンの情報は、位置座標、圧力、高度、方位角の4つである。電子ペンがタブレット上を動かした際に各情報を取得することで、作成中にペンがどのように動いているのかを表現できる。これらの筆記データから、学習者のとりくみ状態を推定する。

3.3 生体センサによる認知能力の推定

創造性を発揮する際動作に特徴がでるのは明らかである。そこで椅子に感圧センサをとりつけ、姿勢データを取得する。また、心拍や発汗にも特徴が表れることが考えられるので、これも取得する。

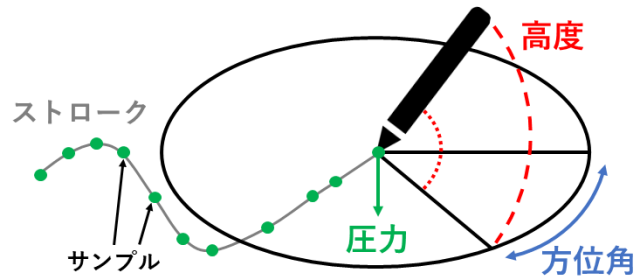


図2: 手書きログの取得

3.4 環境要因の推定

手書きログや生体センサの推定結果と環境要因の関係を明らかにすれば、ヒトに良い影響・悪い影響を及ぼす環境要因が明らかになる。ブドウ糖が用意してある場合、照明が学習に適した場合、適した温度である場合など、さまざまな環境で実験を行う。学習に適した環境とそうでない環境と比較し、重要変数に特徴が表れるか検証する。

4. おわりに

本研究では、手書きログ、感圧センサから姿勢と心拍を取得する。説明変数とし、学習に適した環境とそうでない環境で実験を行い、重要変数を抽出する。それぞれの学習者に適した環境を設計することができる。

参考文献

- [1] Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer.
- [2] R. Konishi, R. Shimmura, K. Nakajima, R. Hayashi, and T. Sato, "A study on unconscious learning behaviors and psychological evaluations using biological data for an image-based vocabulary building application," in *E-Learn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*. Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), 2017, pp. 798–803.
- [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] Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (1994a). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6, 351–371.
- [5] Vredeveldt, A., Hitch, G., & Baddeley, A. D. (2011). Eye closure helps memory by reducing cognitive load and enhancing visualisation. *Memory & Cognition*, 39, 1253–1263.
- [6] 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.
- [7] Kramer, A. F., Coyne, J. T., & Strayer, D. L. (1993). Cognitive function at high-altitude. *Human Factors*, 35, 329–344.
- [8] 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.
- [9] Adam, H., & Galinsky, A. D. (2012). Enclothed cognition. *Journal of Experimental Social Psychology*, 48, 918–925.
- [10] Hancock, D. R. (2001). Effects of test anxiety and evaluative threat on students' achievement and motivation. *Journal of Educational Research*, 94, 284–290.