

高度インタラクティブ教育コンテンツにおける集中状態の分析

The Analysis of Concentration for Highly Interactive Educational Contents

植野 雅之⁺¹, 和田 慎二郎⁺², 高見 友幸⁺¹
 UENO Masayuki⁺¹, WADA Shinjiro⁺², TAKAMI Tomoyuki⁺¹

⁺¹大阪電気通信大学 総合情報学部
⁺¹Osaka Electro Communication University, Faculty of Informatics
⁺²プール学院大学 短期大学部
⁺²Poole Gakuin Collage
 Email: ueno.masayuki@gmail.com

あらまし： シリアスゲームなど、多様な演出手段を応用した高度インタラクティブ教育コンテンツを評価・分析するためには、システム側が投げかける情報や応答に対して、学習者がどのように応答するか、など、時系列で変化するインタラクティブ性を評価し、分析することが必要となる。このような分析をおこなうために、学習者側の生理指標である心拍、体温、呼吸といった生理指標を元にシステムへの没入度・集中度を求めて、分析を進めることが考えられる。

キーワード： 高度インタラクティブ教育コンテンツ, ゲーム, 生理指標, 集中状態

1. 序

教育システム研究において、構築した教育システム・コンテンツの評価をどのようにおこなうかは、一つの課題となってきた。従来の教育システム研究においては、評価はもっぱら被験学習者に対するアンケートや、事前テスト・事後テストの比較によっておこなわれることが多い。しかし、アンケートは、学習中の学習者よりリアルタイムに得られる情報でないため、結果が正確でなく、アンケート実施時の雰囲気や気分などにその結果が左右されるという問題がある。事前テスト・事後テストによる方法においても、オーバーオールに見た場合での教育効果の測定には有用であるが、学習者のリアルタイムの反応やその過程を観察することはできないため、自ずとその分析能力や精度には限界がある。特に近年のシリアスゲームなどの高度にインタラクティブな教育システムを対象とする場合、これらの評価方法では改善のための情報を得ることが難しく、開発にはほとんど役立たない。また、その情報を元にフィードバックを与えるといったこともできない。

一方で、近年の様々なセンサの高度化と低価格化、情報処理能力の向上により、人間の様々な生理指標を収録・利用することができるようになりつつある。このようなヒューマンデータは、うまく収集することができれば、これまでのアンケート等の評価方法とは比べものにならない精度で学習者の行動、応答の時間的な変動を得ることができ、かつ、学習過程に関わる情報を収集することができるので、その分析方法・評価方法が明らかとなれば、教育システム研究や教育コンテンツ開発にとって、大きな進歩となりうる。評価方法を確立するところまで行かなくても、リアルタイムに没入度・集中度などを得ることができれば、様々な目的に役立つことができる。

2. 没入度・集中度のモデル

没入度、集中度に関しては、古典的であるが、興味深い研究として Mihaly Csikszentmihalyi が 1975 年に提唱した「Flow」の概念がある⁽²⁾。「Flow」は、人間がスポーツ、登山、チェスといった活動に高度に集中した状態と定義される。また、この状態は図 1 のように自分の能力と与えられる課題が高いレベルでバランスしたときに生じるとされる。これはいわゆるシリアスゲームやトレーニングゲームを研究・開発する観点からは非常に興味深い。

一方で、Csikszentmihalyi が実施した「Flow」研究は 1970 年代から始まった比較的古い研究であり、アプローチとしても生理指標は用いられず、インタビューやアンケートなどに頼った調査方法に依存しているため、現時点の技術水準においては信頼性が疑わしい部分もある。その後の研究でも、手法についての革新はあまり見られない⁽³⁾。

我々は、Csikszentmihalyi の「Flow」を被験者の集中度・没入度を示す高次の指標として捉えて、これと体温、心拍・呼吸といった生理指標やその変動の

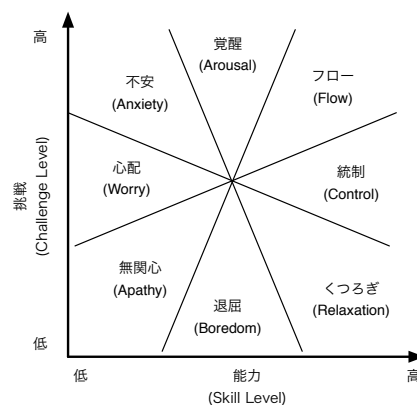


図 1. Flow の領域

関係を科学的な実験を通して解明したい。この解明によって、ゲームなどの要素を含む高度なトレーニングシステムなどの教育システムの評価が初めて可能になると考えられる。

3. 集中状態モデル構築へのアプローチ

高度インタラクティブ教育コンテンツでの学習者の集中度モデル構築に向けて、以下のように段階的に考える必要がある。

- (1)複数の生理指標と集中状態に関連すると思われる内部状態の関係の解明
- (2)集中状態の情動モデルの構築と実験的証明
- (3)高度対話型コンテンツへの評価などの応用

現在の研究段階は、(1)(2)の段階であり、生理指標データから、精神的ストレスなど、集中状態につながると考えられる物理量とその意味を分析する手法を構築した上で、操作履歴と生理指標データの突き合わせをおこなう。

ある学習者がシリアスゲームなどの特定の認知操作環境においておこなった操作履歴は、その詳細情報およびシステム的な状況情報を時間情報とともに記録しておくことにより、その学習者がおかれたコンテキストの時系列変化を分析することができる可能性がある。最終的にはこのコンテキスト情報と生理指標により推定される学習者の精神的状況を重ね合わせることで、時系列変化の因果関係を推定できる可能性がある。

4. 集中状態につながる様々な指標

集中状態につながる指標としては、大まかには「行動的尺度」と呼ばれる身体的行動に基づくもの、「心理生理尺度」と呼ばれる生理的な内的変化に基づくものがある。さらに心理生理尺度としては、自律神経系の応答から、人体の様々な臓器を通じた反応と中枢神経系に基づく反応の2種類に大別することができる。

行動的尺度としては、顔表情、瞬目反射、瞳孔の大きさなどがある。心理生理尺度の自律神経系の応答としては、心拍、皮膚電気反射、皮膚温度などが計測しやすい。また、中枢神経系、すなわち、脳の応答としては、脳波などがありうる。

脳波の観測においては多数の電極を頭に装着する必要があるため、測定そのものが困難ではあるが、物事への集中は脳の活動であるので、中枢神経系の応答が最も信頼度が高いと考えられる。例えば、集中状態で出現する Fm- θ 波などを観察することで集中のレベルを観測できる可能性がある。

一方で、自律神経系の応答についても、集中状態につながる様々な指標として利用できる可能性がある。例えば、心拍の鼓動間隔(RR 間隔)は精神的ストレスの影響を受け、緊張状態では RR 間隔のばらつきが小さくなることが知られている。顔の皮膚温度は血流量に応じて変化するので、興奮度などの指標

となりうる。これらの指標間の関係を見ることで集中状態のモデルをつくることのできる可能性がある。

5. 実験と分析への計画

様々な作業タスク、ゲームタスクについて、脳波、心拍、鼻部温度などを同時計測する実験を計画している。脳波から集中度を計測し、心拍から精神的ストレス、体温から興奮度を計測し、これらの相互関係を導き出す。集中状態はかなり複合的な指標であると考えられるので、他の指標との関係についても検討していく。

ゲームなどを応用した高度インタラクティブ教育コンテンツでは、その操作履歴とセンサーにより取得した様々な生理指標を比較分析することにより、コンテンツ内における粒度の細かい演出に対する成功・不成功を追跡することが可能となる。

これらの分析をおこなうことにより、生理指標により得られた覚醒度/集中度と課題のバランスの時間的な変動が捉えることが可能となると考えられる。これにより Csikszentmihalyi の提示した「Flow」の発生要因を詳しく分析できると考えている。

謝辞

本研究は JSPS 科研費(26350293)の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Evaluation and Analysis of Spatial Training Game for molding arts, Masayuki Ueno, Shinjiro Wada, Yutaka Kida, Noboru Ashida and Kazuhiro Ueda, Proc. of The 2nd 2013 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE 2013),p.385-386,2013
- (2) Csikszentmihalyi M.(1975) Beyond Boredom and Anxiety. Jossey-Bass Publishers, San Francisco,CA
- (3) 今井浩明, 浅川希洋志「フロー理論の展開」世界思想社,2003
- (4) 林博史編「心拍変動の臨床応用」医学書院,1999
- (5) ゲームプレイ時における心拍変動の分析, 植野雅之, 和田慎二郎, 高見友幸, ゲーム学会合同研究会研究報告, Vol.12,No.1,(2015)
- (6) 高度インタラクティブ教育コンテンツにおける生理指標による集中状態の分析, 植野, 和田, 高見, 教育システム情報学会全国大会論文集(2015)
- (7) 脳波によるゲームプレイ時の集中状態分析のための実験計画, 植野雅之, 和田慎二郎, 高見友幸, ゲーム学会ゲームと教育研究部会, 2015-GE-1
- (8) Masayuki Ueno, Shinjiro Wada and Tomoyuki Takami, Development of Game Player Analysis with Physiological Indexes, Proc. of The 4th 2015 IEEE Global Conference on Consumer Electronics (IEEE GCCE 2015),p.339-340,2015
- (9) 植野雅之, 和田慎二郎, 高見友幸, 対話的タスクにおける心拍緊張度指標の安定性の評価, ゲーム学会学会誌, 2016 (印刷中)