

対話型学習環境における視線行動を用いた学習者習熟度 ーパズル型ゲームを用いた学習者習熟状態の変容の検出ー

Grasp about masterly process using eye movement at interactive learning environment

～masterly process on Puzzle game～

坪倉 篤志^{*1,*4}, 松原 伸人^{*2}, 林 敏浩^{*3}, 西野 和典^{*4}

Atsushi TSUBOKURA^{*1,*4}, Nobuto MATSUBARA^{*2}, Toshihiro HAYASHI^{*3}, Kazunori NISHINO^{*4}

^{*1} 日本文理大学

^{*1} Nippon Bunri University

^{*2} 株式会社 SRA

^{*2} SRA Key Technology Laboratory

^{*3} 香川大学

^{*3} Kagawa University

^{*4} 九州工業大学

^{*4} Kyushu Institute of Technology

Email: tsubo@atlab.org

あらまし: 対話型学習環境における学習者とシステムとの対話記録から、学習者支援に向けた基礎研究に取り組んでいる。特に学習者が習得した操作スキルの変化を、視線行動を含む対話行動からの検出に取り組んでいる。今回、パズル型ゲームを行っている学習者行動を、視線行動とキー入力行動を同時記録した。これら計測データから習得した操作スキルの変容について、分析を試行した。

キーワード: 視線行動、学習者状態把握、対話型環境、相互評価

1. はじめに

学習環境における、様々な学習者行動や学習履歴を用いた学習者支援に取り組んでいる。特に相互評価型学習環境¹⁾における学習者支援に注目しており、学習者の取り組み状況や取り組み行動から、学習者に必要な学習者行動を促す支援につなげたい。これまでは、対話記録として、提出物やシステムへのアクセスログ等を用い、学習者状態の推定を行ってきた。さらにシステムとの様々な対話履歴の利用から、これまで捉えることができなかった学習者状態の変化を把握できる可能性がある。これら研究ではシステムとの対話行動に、視線行動や手や指などを用いた操作行動を加え、タスクを課した学習者行動と、繰り返し取り組む中での行動特性の変容から、学習者状態の推定に取り組んできた²⁻³⁾。

近年、身体行動の計測デバイスの低価格化と共にAPIが公開される傾向にある。Microsoft Kinect⁸⁾やLeap Motion⁹⁾などの身体動作に加え、tobii EyeX¹⁰⁾は、視線行動をリアルタイム計測しUIやゲーム操作に利用可能なデバイスが提供されている。そのため、計測が容易になりつつあり、多人数での同時計測した行動計測データの利用可能性も高まってきた。

本研究では、学習者支援システムとして相互評価に取り組む学習者行動に対する学習者状態の把握と、学習者支援に視線行動を活用したい。今回、一連の研究として、数名の被験者に対し、1ヶ月程度の期間、継続してゲームに取り組み、その習熟プロセスの計測と分析を試行した。

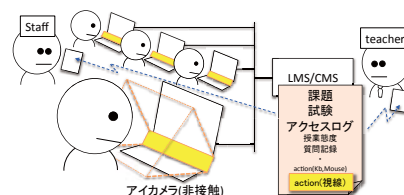


図1 視線を用いた学習者支援環境

2. 視線追跡装置（アイカメラ）

視線追跡装置は旧来より多く開発され利用されてきた³⁻⁷⁾。近年の技術的革新に伴い、視線追跡装置も安価な製品が発売されている。tobii EyeX Dev Kit¹⁰⁾は€99(\$139)で提供されている。計測方法は非接触型の角膜反射法である。APIが提供されているため、計測した視線行動を用いたシステム構築の可能性がある。本製品は、UIや視線を用いたゲームシステム構築に向け提供されている。他に、視線を用いたゲームや、e-Sports向けにゲーム中のゲーマー視点の計測と分析に向けた製品¹¹⁾や、ゲーム向けのノートパソコンにアイカメラを内蔵した製品も発表された¹²⁾。



図2 Tobii EyeX Dev Kit¹⁰⁾

3. 計測実験

今回、簡単なパズルゲームに一定期間、継続して取り組んだプロセスを計測した。これら計測データから、行動の特性の変化について分析を試行した。用いたゲームは、テトリスを計測向けにカスタマイズした eTetris を、Unity で構築した。パソコンを用いキーボードと、Tobii EyeX の併用により、視線とキー入力の同時計測が可能である。USB メモリベースでプログラムの配布と、計測データの収集ができるようにした。被験者の負担を考慮し、取り組みは、家での取り組みと、研究室での取り組みを組み合わせた。研究室では、視線を含めた計測を週 1 のペースで取り組む。家では、数回取り組んでもらえるよう、お願いした。USB メモリは、研究室での取り組み時に持参してもらい、データを定期的に回収した。

協力してくれた被験者は 6 名、うち、視線を定期的に計測できたのは 2 名、20 歳代大学生の男女である。テトリスの経験は、いずれもルールを知っていて、多少はやってみた事がある程度であった。



図 3, eTetris と実験の様子

4. 実験結果

図 4 に被験者 01 の各種分析結果を掲載した。スコアは、トライアルを繰り返すごとに向上していく傾向が見られる。キー入力に対しては、特定のキー行動の増加と減少が確認できた。特に、下キーを押す頻度の増加が顕著であり、左右方向の移動が安定化し、回転回数の増加も確認できる。視線行動も、閲覧領域に変化がみられた。メイン画面の上部に対する停留時間が増加し、下部に対する停留時間の減少、スコア領域への停留時間の変化が見られた。当初、仮説として立てた Next 領域の変化は、顕著な変化

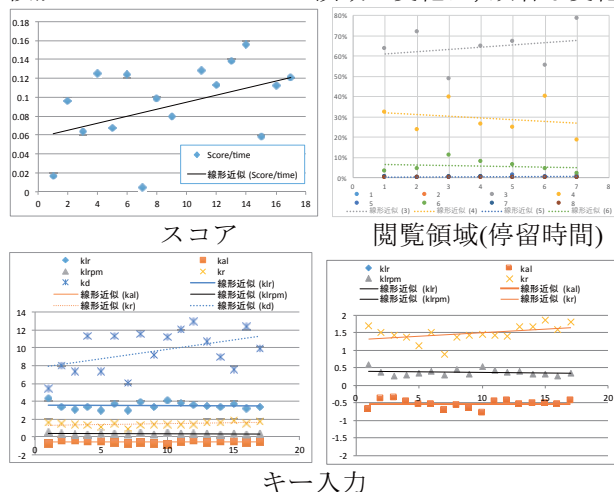


図 4, スコアとキー入力と視線行動の変化

を確認できなかった。

5. まとめ・展望

今回、学習者の操作習熟過程について、テトリスを題材に、キー入力行動と視線行動の計測に取り組んでみた。計測においては、約 1 ヶ月程度の期間、定期的に取り組ませ、この期間のデータ計測を行った。この計測データから、学習による変化と行動特性の変化を分析してみた。これら結果から、ゲーム操作能力の向上に加え、操作行動特性の変化が、キー入力行動と、視線行動から確認することができた。

今回は、計測データの全体的な分析にとどまっており、計測データからスキル同定と、学習者が用いたスキル体系の変化までは分析できていない。今後、これらの分析に取り組み、学習に伴う行動特性の変化を、適用スキルの変化同定に取り組み、これらから、学習者の習得スキルに合わせたゲーム難易度の調整に取り組みたい。

今後、これらの成果から、LMS などを利用する学習者の視線行動と、LMS 対話履歴から、学習者の変化に柔軟に対応した、学習者支援システムの構築に取り組みたい。

参考文献

- (1) 坪倉,松原,林,足立,西野, 制作課題における評価者視点の学習のための相互評価システムの研究～評価計測と分析結果～, 信学技報 113(377),pp25-30,(2014)
- (2) 坪倉,松原,林,足立,西野, 視線行動を用いた対話型学習環境における学習者習熟度 ～ 対話分解能 ～,教育システム情報学会 2014 年度第 6 回研究会, vol.29,n o.6(2015-3) ISSN1343-4527,pp183-188 (2015)
- (3) 坪倉他,視線追跡データを用いた認知動作過程の解析, 教育システム情報学会学会誌 14 (5) ,191-200, (1998)
- (4) 加藤,柴田,坂東,池田,簡便な運転シミュレータを用いた運転熟練者と非熟練者の行動差異に関する研究, 電子情報通信学会技術研究報告, ニューロコンピューティング 113 (111) , 95-100, (2013)
- (5) 竹川,椿本,田柳,平田, 鍵盤上への演奏補助情報投影機能をもつピアノ学習支援システムにおける熟達化プロセスの調査, 情報処理学会研究報告,2013-MUS-98 (7) , 1-8, (2013)
- (6) 今村他, 視線判定機能によりタッチタイピング練習を支援するツールの開発, 情報処理学会研究報告. コンピュータと教育研究会報告 2012-CE-117(5), 1-8, 2012-12-01
- (7) Microsoft kinect <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>(2015/6/8/アクセス確認)
- (8) Leap motion <https://www.leapmotion.com>(2015/6/8 アクセス確認)
- (9) Tobii EyeX <http://www.tobii.com/en/eye-experience/eye-x/> (2014/6/24 アクセス確認)
- (10) Steelseries gaming eye tracker <http://steelseries.com/gaming-controllers/sentry-gaming-eye-tracker>(2015/6/8 アクセス確認)
- (11) Tobii & MSI <http://www.tobii.com/en/news-and-media/press-releases/tobii-msi-form-partnership-invite-developers-to-create-the-next-great-eye-tracking-game/> (2015/6/8/アクセス確認)