

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  
 ～静的視認対象に対する視線を用いた対話可能分解能の計測結果～  
 Grasp about masterly process using eye movement  
 at interactive learning environment  
 ～resolving power for static target～

坪倉 篤志<sup>\*1,\*4</sup>, 葉師寺 伍大<sup>\*1</sup>, 松原 伸人<sup>\*2</sup>, 林 敏浩<sup>\*3</sup>, 西野 和典<sup>\*4</sup>  
 Atsushi TSUBOKURA<sup>\*1,\*4</sup>, Godai YAKUSHIJI<sup>\*1</sup>, Nobuto MATSUBARA<sup>\*2</sup>,  
 Toshihiro HAYASHI<sup>\*3</sup>, Kazunori NISHINO<sup>\*4</sup>

\*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：現在，対話型学習環境における視線行動を用いた学習者支援に向けた基礎研究に取り組んでいる．特に，静的対象に対する対話可能分解能について評価している．評価では，画面を等分割したSSGを用い，誤り選択率，パネル選択所要時間，パネル停留時間で評価を行う．今回，複数名の被験者に対し計測と評価を行った．本稿では，計測結果について報告する．

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<sup>1)</sup>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て，学習者状態の推定を行ってきた．さらにシステムとの対話履歴を，学習者状態把握に取り組む研究において，学習者の様々な状態を捉えることにより，より学習者の状態を把握できる可能性がある．これらの観点での研究も多くなってきた．これら研究ではシステムとの対話行動に，視線行動や手動作，指動作等を追加し，タスクを課した際の行動と，繰り返し取り組む中での行動の変質から，学習者状態の推定に取り組んできた．これらは，計算機の演算能力，計測デバイスの価格等から高価になりがちであり，1名の計測に対し，大規模なシステムと研究スタッフが必要だった<sup>3~6)</sup>．

近年，身体行動の計測デバイスは低価格化と共にAPIが公開される傾向にある．Microsoft Kinect<sup>8)</sup>やLeap Motion<sup>9)</sup>などの身体動作に加え，tobii EyeX<sup>10)</sup>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出てきた．そのため，計測が容易になりつつあり，さらに多人数での同時利用時の行動を用いた取り組みの可能性が高まってきた．

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の対話に対し，視線行動を活用したい．今回，一連の研究の第一段階として，複数名の被験者に対し，対話型学習環境に対する，視線を用いた対話可能分解能について評価を行った．

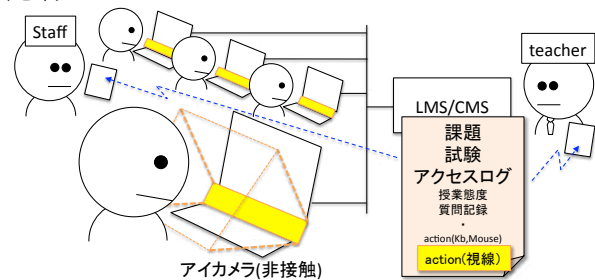


図1 視線を用いた学習者支援環境

## 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<sup>3~7)</sup>．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だしている．Tobii EyeX Dev Kit<sup>10)</sup>は€99(\$139)で提供されている．計測方



図2 Tobii EyeX Dev Kit<sup>10)</sup>

法は非接触型・角膜反射法である。API が提供されているため、必要なシステム構築が可能である。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。また、視線を用いたゲームや、e-Sports 向けにゲーム中のプレイヤー視点の計測と分析に向けた製品<sup>11)</sup>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<sup>12)</sup>。

### 3. 想定している環境と計測実験

視線行動を用いた対話行動の分析では、スキャンパスとヒートマップを用いられることが多い。本研究で画面上を  $N \times N$  の空間に分割したエリアに対する停留時間から学習者状態に対する分析に用いたい。また Web システムに対する対話履歴と視線行動を分析に用いることを想定している。そのため、画面上に表示される情報は、比較的静的であり、画面上を  $2 \times 2 \sim 3 \times 3$  程度に分割した空間に対する視線行動に対する分析を想定している<sup>2)</sup>。

### 4. 計測実験と結果

視線を用いた対話可能な分解能について評価する。今回は、静的対象に限定した。対話環境は、画面上を  $N \times N$  のパネル(セグメント)に分割したパネル選択型のゲームとして SSG(Segment Selecting Game)を用いた。評価においては、パネル数と選択所用時間、誤り選択率から行う。これらから、静的対象に対する対話可能な分解能を評価する。

SSGには様々なモードをパラメータで調整できるようにした。今回の計測では、ゲーム開始時(計測開始時)に表示されるパネルの全てを選択するタスクを課した。選択順は左上から順に選択するよう指示し、できるだけ早く、正確に全てのパネルを選択するよう指示した。対話手法は、視線での指示入力とボタンでの選択判定を行い、パラメータとして、視線の表示・非表示、選択パネルの表示・非表示、選択ターゲットの形状(四角とパネル中心部に小さな○印)の組み合わせとした。パネル数は  $N=2 \sim 5$  まで、各 10 回以上のトライアルとした。また比較対象として、指示入力を通常のマウスでも実施した。現在、20 名規模の被験者で、計測と分析を行っている。分析が終了次第、報告する。

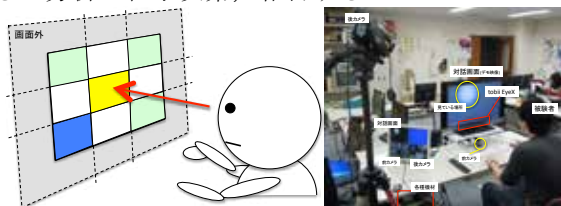


図 3 SSG と計測環境

### 5. まとめ

今回、相互評価における視線行動を用いた学習者の状態把握に向けた、対話可能な分解能の計測について述べた。現在、計測分析中であり、詳細な結果は示せていない。しかし予備実験結果からは、将来想定している画面分割数に対しては、マウスと比較しても同程度に利用できることが確認できた。今後、被験者数を増やした評価に取り組み、対話可能な分解能を明らかにしたい。また、その後、ゲーム型環境における操作熟達過程における、視線行動特性を、画面を等分割した領域に対する停留時間分布から特性の変化について研究に取り組む予定である。

#### 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.2 9,no.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) 五福,星本,運転スキル抽出のための注視点遷移パターンの分析手法とその模擬プラントへの適用, ヒューマンインタフェース学会論文誌 14 (2), 159-166, (2012)
- (5) 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)
- (6) 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)
- (7) 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
- (8) Microsoft kinect <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>(2015/6/8/アクセス確認)
- (9) Leap motion <https://www.leapmotion.com>(2015/6/8 アクセス確認)
- (10) Tobii EyeX <http://www.tobii.com/en/eye-experience/eyex/> (2014/6/24 アクセス確認)
- (11) Steelseries gaming eye tracker <http://steelseries.com/gaming-controllers/sentry-gaming-eye-tracker>(2015/6/8 アクセス確認)
- (12) 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)