

# テーブルトップ対戦型百人一首ゲームにおける 視線を用いた Gaze-and-Touch アルゴリズムの開発

米田 宗弘† 山本 倫也‡ 長松 隆†† 渡辺 富夫†††

† 関西学院大学大学院理工学研究科 ‡ 関西学院大学理工学部 †† 神戸大学大学院海事科学研究科  
††† 岡山県立大学情報工学部

## 1 はじめに

著者らは、独自の視線計測技術に基づき [1], テーブルトップ環境下で視線とタッチによるインタラクションが可能な ETTI (Eye-Tracking Tabletop Interface) を開発している [2]. また, ETTI を利用したテーブルトップ対戦型百人一首ゲーム「百人 eye 首」も開発しており, 公開デモ等を通じて, 有効性を明らかにしている [3]. 本研究では, 百人 eye 首の対戦キャラクタ用のアルゴリズムとして新たに, ユーザに応じて接戦から間一髪まで様々なレベルを実現できる Gaze-and-Touch アルゴリズムを開発している.

## 2 百人 eye 首

百人 eye 首は, これまでは実現できなかった, コンピュータとのリアルタイム対戦が可能な百人一首ゲームである (図 1). 短焦点プロジェクタを用いて, テーブル上に 15 枚の札が表示しており, 液晶 TV に表示された対戦キャラクタとランダムで詠まれる正解札を取り合う. ここで, 光源一体型カメラ 2 台と, 独自の視線計測システムを用い, 注視点を推定している. また, 手動取得には磁気センサを用いた.

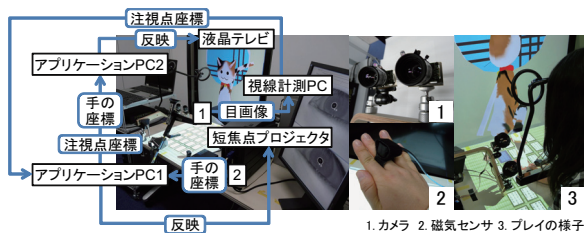


図 1: 百人 eye 首

## 3 Gaze-and-Touch アルゴリズム

### 3.1 概略

百人一首では, ユーザは詠み上げられた札を探すために視線を移動させ, 正解札を注視し, 確認後に手を移動させて, 札を取る. プロトタイプにおいては, 視線が一致して, 手の移動を検知した際に, 対戦キャラクタの札取り動作が開始するアルゴリズムのみであった. 本システムでは, 注視点と手動作の計測が可能であるため, これらの情報から間一髪のタイミングと, 接戦のタイミングで, 札を取る Gaze-and-Touch アルゴリズムを開発した. 本アルゴリズムでは, ユーザが正解札を見てから実際に手が動き出すまでの時間をユーザの反応時間とし, その反応時間と同時に対戦キャラクタが札を取ることで実現される間一髪タイミングと, ユーザの手が札に到達する時点を予測して, 対戦キャラクタがユーザと同時に札を取る接戦タイミングを組み合わせ, 対戦キャラクタのレベルを制御するアルゴリズムである (図 2).

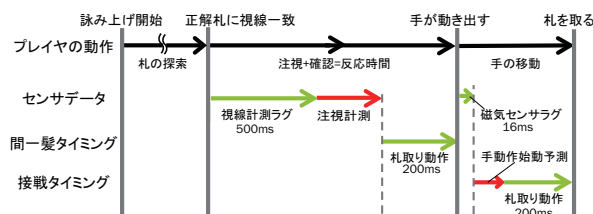


図 2: アルゴリズム

### 3.2 間一髪タイミングの実現

正解札に視線が一致してから動作が始動するまでの時間である反応時間を求めることで, 間一髪タイミングを実現できる. そこで, 百人 eye 首をプレイさせ, 発見時に札を取る動作ではなく, キーボードのキーを押下させる実験を行った. これは, 視線が正解札に合ってから, 反応するまでの時間を, 発見後のタイムラグを極力無くして計測するためである. 実験協力者は 10 名であった.

Development of Gaze-and-Touch Algorithm for a Tabletop Hyakunin-Isshu Game that Enables Versus Game Based on Gaze Detection  
†Munehiro KOMEDA ‡Michiya YAMAMOTO ††Takashi NAGAMATSU †††Tomio WATANABE  
†Graduate School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University  
‡School of Science and Technology, Kwansei Gakuin University  
††Graduate School of Maritime Sciences, Kobe University  
†††Faculty of Computer Science and Systems Engineering, Okayama Prefectural University

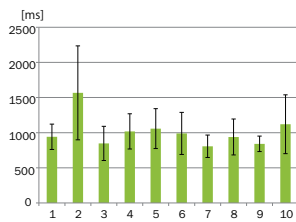


図 3: 実験協力者別反応時間

実験結果を図 3 に示す。1 名を除き 1000 ms 付近で収束した。その 1 名は認識後に、確実に正解を確認してから押下していたため他に比べて遅延していることがわかっている。その 1 名を除いた平均は、約 950 ms であった。したがって、視線計測の計算時間である 500 ms と、キャラクターの札取り動作 200 ms に加えて、注視時間 250 ms を検出すればよい。

### 3.3 接戦タイミングの実現

札を取る際の手動作の解析を行い、札が取られる時点を予測することで、ユーザと同タイミングに正解札に到達する接戦タイミングが実現できる。そこで、ゲームと同様に配置した札の中からランダムに点灯する札をタッチさせ、手の始動から到達までの時間を計測した (図 4)。実験協力者は 5 名であった。



図 4: 実験画面概略図

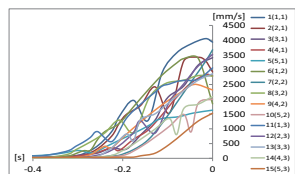


図 5: 手の速度

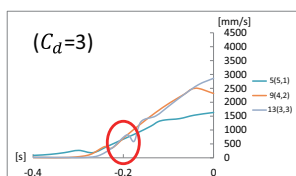


図 6: 同距離での速度

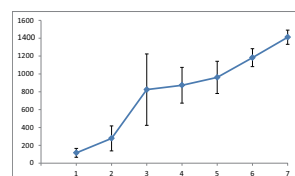


図 7: 距離別速度閾値

図 5 は、ある実験協力者の到達時刻を基準とする各札の速度値の一覧である。さらに、手に最も近い右手前の札を基準にしたマンハッタン距離  $C_d$  別にまとめた例が図 6 である。図中、到着時刻の 200 ms 前付近で速度がほぼ同一であった。他の  $C_d$  値についても傾向が類似していたため、 $C_d$  毎に平均した速度値を各距離の閾値とし、その閾値を超えた瞬間、敵キャラクターの動作

を始動させ、200 ms で取ることにした (図 7)。

### 3.4 ゲームレベルの制御

前述において、2 種類のタイミング予測アルゴリズムについて述べたが、これらを組み合わせることで、様々なタイミングで対戦キャラクターを振る舞わせることができる。そのタイミングを場面によって変更することで、白熱したゲームやせめぎ合いを演出することも可能である。また、ユーザの行動特性に合わせて注視時間や、札取り動作の時間を変更したり、手動作の閾値を変更することで、難易度の制御や、上達への対応が可能となる。

## 4 おわりに

本研究では、百人 eye 首を対象に、人の動作特性に基づいた行動予測でレベル制御する Gaze-and-Touch アルゴリズムを開発した。今後は、開発したアルゴリズムの評価実験を行い有効性を確認するとともに、他のアプリケーションへの応用も検討したい。

## 謝辞

本研究の一部は、科学技術振興機構 (JST) 研究成果最速展開支援プログラム (A-STEP) における課題「リアルタイムに視線情報を共有できる実世界コラボレーションシステムの開発」の支援による。

## 参考文献

- [1] M. Yamamoto, T. Nagamatsu, T. Watanabe: Development of Eye-Tracking Pen Display Based on Stereo Bright Pupil Technique; Proceedings of ETRA 2010: ACM Symposium on Eye-Tracking Research Applications, pp. 165-168, (2010).
- [2] M. Yamamoto M. Komeda T. Nagamatsu T. Watanabe: Development of Eye-Tracking Tabletop Interface for Media Art Works; Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces 2010, November 7-10, Saarbrucken, Germany, pp.295-296, (2010).
- [3] M. Yamamoto M. Komeda T. Nagamatsu T. Watanabe: Hyakunin-Eyesshu: a Tabletop Hyakunin-Isshu Game with Computer Opponent by the Action Prediction Based on Gaze Detection; Proceedings of the 1st Conference on Novel Gaze-Controlled Applications NGCA '11, article 5, (2011).