

# プレイヤーの表情に基づき振る舞いを変えるポーカーゲーム AI

西村響<sup>†1</sup> 兼松祥央<sup>†1</sup> 松吉俊<sup>†1</sup> 三上浩司<sup>†1</sup>

近年、ポーカーや麻雀などの不完全情報ゲームの AI の研究が進んできている。それらの多くはプロのプレイヤーに勝利するための AI であり、一般的なプレイヤーが楽しむためのプレイを行う AI に関する研究は少ない。そこで、本研究ではポーカーゲームにおける表情に着目した。プレイヤーに対して表情分析を行い、その結果に応じて振る舞いの変更を行うことでプレイヤーが楽しむことができる AI の開発を行った。

## 1. はじめに

近年、人工知能分野の研究が進化を続けてきている。特にチェスや将棋、囲碁などの完全情報ゲームにおけるゲーム AI は進化が著しく、AI が人間のプレイヤーに圧勝しているほか、人間らしい AI に関する研究[1]や接待プレイを行う AI[2]といったプレイヤーを楽しませるためのプレイを行う AI に関する研究も進んできている。

一方、ポーカーや麻雀などの不完全情報ゲームの AI も進化を続けてきている。しかし、それらの多くはプロのプレイヤーに勝利するための AI[3][4]であり、一般的なプレイヤーが楽しむためのプレイを行う AI に関する研究は少ない。

特に確率や学習によって行動が決められた強い AI が対戦相手となるゲームでは、不完全情報ゲームにおいて重要な要素である駆け引きの要素が不足してしまう。我々はこれを一般のプレイヤーがゲームを楽しむにくくなる問題点であると考えた。

そこで、本研究では先行研究のプレイヤーの表情を利用する手法に着目した。プレイヤーの表情情報によって振る舞いを変える AI を開発することで AI との対戦に駆け引きの要素を生み出し、よりプレイヤーがプレイを楽しめるようにする。

## 2. 先行研究

星ら[5][6]は、不完全情報ゲームの AI での駆け引き要素を強めるため、ポーカーにおいて表情認識をして相手の手を推測した。AI 側の行動を、相手の表情を笑顔と認識した場合に行う行動、相手の表情を困り顔と認識した場合に行う行動、相手の表情に変化がなく真顔と認識した場合に行う行動の 3 つのパターンに分け、相手の手の推測結果に応じて選択した。

高木ら [7]は、ポーカーにおいてカード情報以外で役の情報を知る要素であるテルに注目し、表情情報を使ってユーザに対してテルをフィードバックするシステムを開発した。高木らは開発したポーカー AI を通じてテルの重要性を知り、またフィードバックにより自分のテルを知ること、ユーザの上達支援を目的としている。しかし、これらの研

究は表情情報によって相手の手を推測することが重視されており、プレイヤーがプレイを楽しむことについてはあまり考慮されていない。

## 3. 提案手法

### 3.1 対象とするゲーム

本研究では星らの研究[5][6]と同様にファイブカードドローポーカーを対象のゲームとすることとした。不完全情報ゲームの中でもルールが単純である点や高木らの研究で述べられていたようにポーカーにはテルと呼ばれる相手の表情や癖を使った駆け引きが戦略としてあるという点から本研究に向いていると考えたためである。

### 3.2 表情分析手法

本研究では、表情分析に Python のライブラリである「dlib」による顔の検出と「HSEmotion」による表情分析を用いて実装を行った。dlib は元々 C++ 言語で開発された汎用目的のクロスプラットフォームソフトウェアライブラリである。機能には、機械学習、数値計算、グラフィカルモデル推論、画像処理、スレッド、通信、GUI、データ圧縮・一貫性、テスト、さまざまなユーティリティなどがある。今回はその中の 1 つである顔検出 (face detection) 機能を使用した。HSEmotion とはロシアの国立研究大学高等経済学院で高速かつ正確なモデルを目的として開発された顔表情認識ライブラリである[8]。HSEmotion によって検出される人間の表情は次の 8 つである。

- Anger
- Contempt
- Disgust
- Fear
- Sadness
- Neutral
- Happiness
- Surprise

Web カメラを使用してプレイヤーの顔周辺の画像を取得後、dlib を使用して顔領域周辺のみ画像にトリミングを行い、その画像に対して HSEmotion による表情分析を行っている。図 1 に表情分析の流れを示す。

<sup>†1</sup> 東京工科大学  
Tokyo University of Technology



図 1 表情分析の様子

### 3.3 提案手法

本研究では、プレイヤーに対して表情分析を行い、その結果によってポーカーの賭け金を変更することによって駆け引きの要素を作り出す AI を提案する。

前節で述べた顔画像から分析した 8 つの表情を使用して AI の振る舞いの変更の実装を行った。プレイヤーの表情の分析結果が Happiness, Surprise だった場合はプレイヤーの手を強いものと判断し、AI が賭ける金額を下げ、Anger, Contempt, Disgust, Fear, Sadness だった場合はプレイヤーの手を弱いものと判断し、AI の賭ける金額を上げる。分析結果が Neutral だった場合は表情情報による金額の変更は行なわない。これらの表情情報による金額の変更と AI の手札の役によって最終的に賭け金の決定を行っている。

次に、AI の手札と推測した手から AI が実際に賭ける金額の基準値について述べる。AI の手札の役をハイカード、ストレート以上、その他の役の 3 つの強さに分類し、それぞれ推測したプレイヤーの手の強さと合わせて 9 パターンで AI の賭け金を決定するように実装した。表 1 に AI の賭け金のパターンを示す。実験用コンテンツでは AI の規則性をあまり感じさせないように基準値のプラスマイナス 5 の範囲の中でランダムな値を賭けるように実装している。

表 1 AI が実際に賭ける金額の基準値

AI の手札	推定したプレイヤーの表情		
	Anger, Contempt, Disgust, Fear, Sadness	Neutral	Happiness, Surprise
ハイカード	15(±5)	5(±5)	0(±5)
ワンペア, ツーペア, スリーカード	30(±5)	10(±5)	0(±5)
ストレート以上の強い役	40(±5)	20(±5)	10(±5)

### 3.4 実験用コンテンツ

提案 AI を対戦相手として実装したファイブカードドローポーカーはプログラミング言語「Python」を用いて制作を行った。図 2 に実験用コンテンツのプレイ画面を示す。



図 2 コンテンツプレイ画面

表情分析による相手 AI の振る舞いの変更の効果を検証するため、提案 AI を実装したゲーム（以下「実装版」という）と手札情報のみで賭け金を変える AI を実装したゲーム（以下「非実装版」という）の 2 種類のファイブカードドローポーカーゲームを作成した。役の強さや基本的なルールは一般的なファイブカードドローポーカーのルール [13] を採用しているが、ベッティングラウンドの行動は本来存在するコール、レイズを実装せず任意の金額を賭けるベットとフォールドのみを実装した。その理由としては、コール・レイズではなく各ラウンドでベットの金額を細かく調整することで、表情分析の結果による AI の変化を詳細に表現することができると考えたためである。また、2 つの実験用コンテンツに設定した共通のルールは次のとおりである。

- ゲームは人間プレイヤー、AI の 2 人対戦
- プレイヤー、AI の最初の所持金は 100
- 最大ゲーム数は 5
- 各ゲームの最低賭け金は 5

1 ゲームは各プレイヤーへの手札配布、1 回目のベッティングラウンド、手札交換、2 回目のベッティングラウンド、ショーダウンの順番で進行する。プレイヤーがベットを行った後、AI がベットを行う前に顔画像の取得と表情推定を行っている。また、最大ゲーム数を超える場合やどちらかの所持金が最低賭け金を下回った場合はコンテンツを終了する。

### 3.5 表情アドバイス付きコンテンツ

表情推定による AI の振る舞いの変化を体験できるかどうかを検証するため、前節で述べた提案 AI を実装したゲームに、プレイヤーの手の強さとは逆の判断をされるような表情を取るような指示を表示するコンテンツを作成した。被験者には 2 つのコンテンツのプレイ後に表情によって AI の振る舞いが変わっていることを伝え、このコンテンツをプレイしてもらおう。9 のワンペアを役の基準とし、プレイヤーの役が基準未満の強さだった場合は強い役を持っている時の表情を取るように指示し、基準以上の強さだった場合は弱い役を持っている時の表情を取るように指示を行う。図 3 に実際のコンテンツ画面を示す。



図 3 表情アドバイス付きコンテンツ

## 4. 評価実験

### 4.1 実験方法

被験者は実装版コンテンツを先にプレイするグループと非実装版コンテンツを先にプレイするグループの2グループに分類し、実験を行う。実験手順は次のとおりである。

1. 通常コンテンツのプレイ 1 回目
2. 1 回目のコンテンツに関するアンケート
3. 通常コンテンツのプレイ 2 回目
4. 2 回目のコンテンツに関するアンケート
5. 表情によって AI の賭け金が変わることを説明
6. 表情アドバイス付きコンテンツのプレイ
7. 終了後アンケート

次にアンケートの内容について述べる。アンケートは Google Form を使用して行う。1 度目と 2 度目のコンテンツの終了後に行うコンテンツに関するアンケートの設問は次のとおりである。

- コンテンツが楽しめたか (5 段階)
- AI に規則性を感じたか (5 段階)
- 2 つのコンテンツの AI に違いは感じたか (5 段階で 2 回目のコンテンツのプレイ後に質問)

全てのコンテンツが終了した後に行うアンケートの設問は次のとおりである。

- 表情による AI の変化を体験できたか (5 段階)
- 表情による AI の変化を体験することでゲームが楽しめるようになったか (5 段階)
- 感想 (自由記述)

### 4.2 実験結果

実験は東京工科大学の学生 14 名に対して行った。はじめに 2 つのコンテンツに関するアンケートの結果を示す。

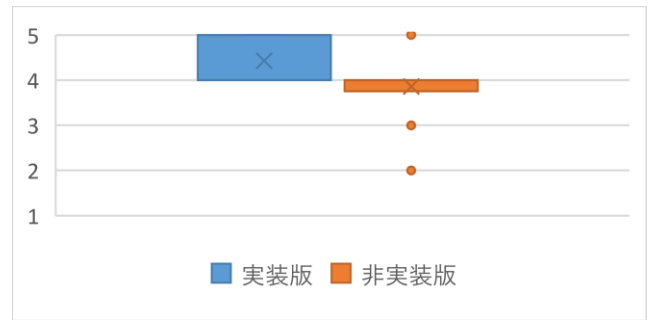


図 4 コンテンツが楽しめたか

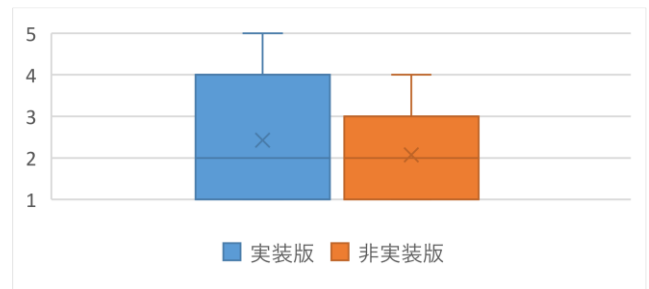


図 5 AI に規則性を感じたか

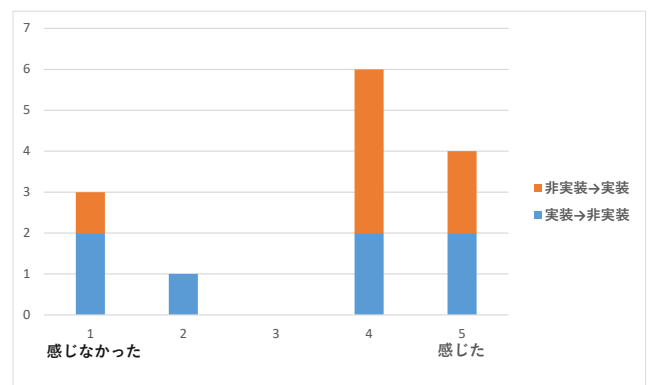


図 6 2 つのコンテンツの AI に違いは感じたか

図 4, 図 5 に示した提案 AI の実装の有無によってコンテンツが楽しめるかどうかという点や AI に規則性を感じるかどうかという点については多少の差は見られたものの、検定の結果有意な差はなかった。また、図 6 に示した 2 つのコンテンツの AI に違いを感じたかという質問に対してはプレイする順番に関わらず回答が二極化する結果となった。プレイ中に表情が全く変わらない被験者にとっては AI の行動が変わらないように感じられたことが二極化の理由として考えられる。

次に、すべてのコンテンツが終了した後に行ったアンケートの結果を示す。

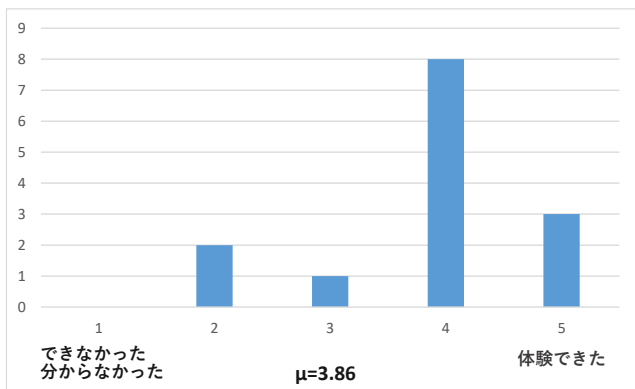


図 7 表情による AI の変化を体験できたか

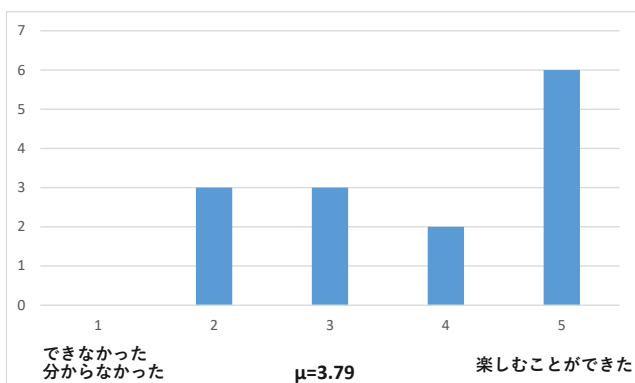


図 8 表情による AI の変化を体験することでゲームが楽しめるようになったか

図 7 に示した結果から、表情によって AI の賭け金が変わることを伝えた後、意識してコンテンツをプレイしてもらおうと実験参加者の多くが表情による AI の変化を体験出来たことが分かった。また、図 8 に示した通り表情による AI の変化の体験はおおむね楽しめたという評価が得られたが、あまり楽しめなかったと回答した実験参加者も存在した。その理由として、「賭けてくるチップが表情によって予測した通りになってしまうとゲームとして本来の面白さは下がってしまうように感じた」と述べていた。

## 5. まとめ

本研究では不完全情報ゲームをプレイする AI に対して一般的なプレイヤーが楽しむことができる要素の追加を目的として、先行研究のプレイヤーの表情を利用する手法に着目し、表情分析の結果から振る舞いの変更として賭け金の変更を行うポーカー AI の開発を行った。

開発した AI を実装したポーカーゲームコンテンツを作成し、評価実験を行った結果、提案 AI を実装したコンテンツと実装していないコンテンツの体験に大きな差はなかったものの、表情によって賭け金が変わる AI については面白いという評価が得られた。

## 6. 今後の展望

表情推定の結果による振る舞いの変更として賭け金の変更を実装した提案 AI については面白いという評価が得られたものの、提案 AI を実装したコンテンツと実装していないコンテンツの面白さの評価の間には大きな差が見られなかったため、変更を行う AI の行動についてより検討を行う必要がある。また、本研究ではその時の手札によって表情が変わるという想定で実装を行ったが、各プレイヤーの所持金や 1 つ前のゲームの結果といった表情に影響すると思われる他の要素も考慮することについても検討を行いたい。

**謝辞** 本研究は JSPS 科研費 JP20K12516 の助成を受けたものです。

## 参考文献

- 藤井叙人, 佐藤祐一, 若間弘典, 風井浩志, 片寄晴弘: 生物学的制約の導入によるビデオゲームエージェントの「人間らしい」振舞いの自動獲得, 情報処理学会論文誌, Vol.55, No.7, pp.1655-1664 (2014).
- 仲道隆史, 伊藤毅志: 人を楽しませる接待将棋システム, 第 28 回人工知能学会全国大会論文集 (2014).
- Noam Brown, Tuomas Sandholm: Superhuman AI for multiplayer poker, SCIENCE, Vol. 365, Issue 6456, pp.885-890 (2019).
- 青木幸聖, 穴田一: 鳴きを考慮した麻雀 AI, 情報処理学会論文誌, Vol.61, No.4, pp.990-995 (2020).
- 星光彦, 阿部雅樹, 渡辺大地, 三上浩司: ポーカーにおける表情から相手の手を見抜く AI, 情報処理学会第 17 回研究報告デジタルコンテンツクリエーション (DCC), Vol.2, DCC17, No.12, pp.1-2 (2017).
- 星光彦: ポーカーにおける表情認識による相手の手札推測に関する AI の研究, 東京工科大学卒業研究 (2017).
- 高木亜蘭, 久野文菜, 谷口浩平, 濱川礼: 重回帰分析を用いて相手の表情からのテル(癖)を読み, コンピュータ戦略に反映させたポーカー上達支援システム, 研究報告ゲーム情報学 (GI), GI-43, No.3, pp.1-8 (2020).
- HSE-asavchenko: HSEmotion (High-Speed face Emotion recognition) library, <https://github.com/HSE-asavchenko/face-emotion-recognition>
- Savchenko, A. V.: Facial expression and attributes recognition based on multi-task learning of lightweight neural networks, Proceedings of the 19th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY), IEEE, pp.119-124 (2021).
- Savchenko, A. V.: Video-Based Frame-Level Facial Analysis of Affective Behavior on Mobile Devices Using EfficientNets, Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops, pp.2359-2366 (2022).
- Savchenko, A. V.: {MT-EmotiEffNet} for Multi-task Human Affective Behavior Analysis and Learning from Synthetic Data, Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV 2022) Workshops, Springer, pp.45-59 (2023).
- Savchenko, A. V., Savchenko, L., V. and Makarov, I.: Classifying emotions and engagement in online learning based on a single facial expression recognition neural network, IEEE Transactions on Affective Computing, Vol.13, Issue.4, pp.2132-2143 (2022).
- Nintendo: ポーカー | トランプの歴史・遊びかた, [https://www.nintendo.co.jp/others/playing\\_cards/howtoplay/poker/index.html](https://www.nintendo.co.jp/others/playing_cards/howtoplay/poker/index.html)