

楽しい対戦テトリス AIにおける人間らしい行動の有効性の研究

1265108 土居 海里 【ゲーム情報学研究室】

Research on the Effectiveness of Human-like Behavior in Fun Competitive Tetris AI

1265108 Doi, Kairi 【Game Informatics Lab.】

1 はじめに

難易度調整の研究は人間プレイヤーに楽しくゲームをプレイしてもらうことを目的としている。しかし難易度調整を行う際の不自然な調整や行動の選択はプレイヤーに不信感を募らせゲームへの没入感を削ぎ、楽しくプレイする際に支障をきたすという研究がある [1]。このように動的難易度調整の研究では自然に強さを調整することが求められる。

著者らは対戦テトリスにおいて、相手の選んだ手の評価値に揃えるように AI の手を調整する動的難易度調整の研究を行なった [2]。この研究では AI 同士の対戦で有効な結果を得られたが、その後の実験で人間同士での対戦では上手く調整できないことがわかった。この原因がミスなく高速に操作する技術の高さと調整による選択の拙さとのギャップにあると考察した。またこのようなギャップは対戦相手に不自然な印象を与えることが考えられる。このことからリアルタイム性が高く高速な操作が求められるゲームでは、AI も自然な操作を実現することが必要であると考えられる。

そこで本稿ではこの自然な操作ミスの実現のために認識の遅れや勘違いなどの生物学的制約と対戦テトリス特有の自然な動作を導入し、人間プレイヤーに対して自然な調整を行うテトリス AI を開発する。今回用いた対戦テトリスは、プレイヤーと対戦相手が異なる画面を操作するという従来の研究が行われたゲームと異なる仕様があり、これにより自然なプレイを実現してもプレイヤーはその自然さを評価しない可能性が考えられる。そこでこの提案手法を実装したテトリス AI とオンライン上で募集した人間プレイヤーと対戦や動画視聴を通じたアンケート実験を行い、対戦テトリスにおける自然さの有効性を検討する。

2 提案手法

本研究では生物学的制約として幾つかの制約を AI に与え、自然な操作を実現する AI の開発を目指す。具体的に実装する制約として、自然なマリオ AI の研究で用いられた 2 つの生物学的制約として「遅れ」「揺らぎ」[3] と対戦テトリス特有の自然な動作を AI に実装し、自

然な対戦テトリス AI の開発を目指す。

「遅れ」とは人間が物や画面を認識し、操作処理を行い始めるまでのタイムラグを示している。実装としては画面を認識し、操作に反映させるまでのタイムラグとして 0.25 秒、操作を遅れさせる機能を実装する。

次に「揺らぎ」とは人間が物や画面を認識した際に発生する勘違いなどによるずれのことである。この画面認識のずれを実現する為に今回はガウスノイズと操作速度を用いて実装する。

最後に自然な手の選択として対戦テトリス特有の仕様である相殺を実装する。相殺とは、相手からお邪魔ミノが送られた際に自分もラインを消すことにより AI 側に送られてくるお邪魔ミノの数を減らす、または打ち消す行為である。これは相手の状態を確認することがなかった従来の対戦テトリス AI にはない戦術であり、上位の人間プレイヤーに対して人間らしく感じさせることができると考える。

3 実験方法

1 つ目の実験として人間とテトリス AI との対戦実験を行い、その後のアンケートで自然さや面白さへの影響を確認する。この対戦に用いる対戦テトリス AI は比較のため 2 種類用意した。1 つ目が人間の対戦相手となるよう操作速度などを調整した従来の動的難易度調整を行う対戦テトリス AI で 2 つ目が、それに加えて生物学的制約を導入した対戦テトリス AI である。従来の動的難易度調整を行う AI は最高速度で操作を行っていたが、これでは人間プレイヤーの相手ができない。今回は対戦テトリスにおける自然さの検証が主目的の為、対戦相手の強さグループ毎に操作速度を調整し対戦を行う。この調整は操作速度に対して行ったが、操作ミスなどがなく従来の AI と比べても自然さの評価への影響は少ないと考える。実験は以下のような流れで行われる。

1. 対戦テトリスの経験に関する質問を行う
2. 得られた回答を基にプレイヤーを初級者、中級者、上級者の 3 グループに分類する
3. その後それぞれのプレイヤーのグループに応じて

操作速度などを調整した2種類のテトリス AI との対戦を行う (各 10 戦程度)

- 最後にプレイした感想についてアンケートを基に回答する

2つ目に、今回用いた対戦テトリスはそのリアルタイム制から対戦相手の状況をうまく確認できず、提案 AI の人間らしさが対戦ではわからない可能性がある。そこで対戦実験とは別に2種類の AI と人間プレイヤーとの対戦動画を視聴してもらいどちらの方が人間らしいか評価する実験も行う。実験は以下のような流れで行われる。

- 2 種類の AI の対戦中の映像を視聴する (5 戦)
- それぞれの AI についてアンケート評価を行う

4 実験結果

4.1 対戦者視点の評価実験

今回の対戦実験における対戦相手となる被験者についてはインターネット上の対戦テトリスコミュニティのサイトや学内で募集を行い 14 名と対戦実験を行った。その際に得られたそれぞれのグループの平均勝利数を以下の表 1 に示す。

表 1 従来 AI, 提案 AI と対戦した際の平均勝利数

強さグループ	対戦数	平均勝利数	
		従来	提案
初級者相当	10	3.4	4.6
中級者相当	10	4.5	5
上級者相当	10	4.7	5.5

これらの表の勝利数から従来 AI と提案 AI は同程度の勝利数を得られており、それぞれの AI と被験者の間に大きな実力の乖離は無いことがわかる。またこの対戦実験後に行った5段階評価アンケートの回答結果を以下の表 2 に示す。

表 2 従来 AI と提案 AI のアンケート評価

設問	平均の回答結果		最良値
	従来	提案	
相手の強さ	3.6	3.9	5
行動の人間らしさ	2.8	3.2	5
対戦時の楽しさ	4.3	4.5	5

強さに関するアンケートではどちらの AI も少し弱いまたは少し強いという結果となった。しかし表 1 の通り勝利数としては初心者以外のそれぞれのグループで

五分に近い結果が得られているため同程度の実力に近づけられたと考えられる。

次に人間らしさの項目では従来 AI の方が人間らしいという評価となった。この評価理由について実験参加者の多くが自由記述にて「相手の画面を見る余裕がない」として3のどちらでもない評価を行っていた。

最後の楽しさの項目についてのアンケートではどちらもある程度以上の評価を得られたが、最終的には提案 AI の方が高く評価された。特に上級者と初級者ではそれぞれ大きく異なる評価となっており、上級者は従来 AI を高く評価し、初級者は提案 AI を高く評価していた。

これらのアンケート結果についてウィルコクソンの順位和検定を行った所全てのアンケート項目で有意差は認められなかった。この結果については対戦テトリス特有のリアルタイム性などにより対戦中の評価が難しかったことが影響したと考察している。

4.2 観戦者視点の評価実験

2つ目の動画視聴による評価実験については対戦実験を実施した被験者のうち 13 名にアンケートを行い追加評価を行った。このアンケートの結果では従来 AI は 13 名共が「AI である」という評価を行っており、提案 AI は 5 名が「AI である」、もう 8 名が「人間である」という評価を得られた。

この結果について二つの比率の差の検定を行ったところ有意水準 1% で有意差があることが認められた。これらの結果から対戦テトリスのようなリアルタイム性と2画面性を組み合わせた様な性質のゲームの場合、従来の動的難易度調整より自然さの効果が薄く、勝率の調整が最も有効であると考察した。

5 まとめ

本稿では、自然にミスをする手法として生物学的制約を導入した AI を提案し、対戦テトリスにおける自然な行動の効果を従来の AI と比較し、観戦者視点の実験にて従来の AI より人間らしいと評価される AI の作成に成功した。またその結果について 1% の有意差があることが認められた。

参考文献

- [1] 池田心. 楽しませる囲碁・将棋プログラミング. オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, 2013.
- [2] 土居海里, 竹内聖悟. 対戦テトリスにおける評価値を利用した動的難易度調整. ゲームプログラミングワークショップ 2022 論文集, Vol. 2022, pp. 144–150, 2022.
- [3] 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.