

ぷよぷよの定石テンプレート抽出法

Deriving skilled player's patterns template in PuyoPuyo

隅山 淳一朗*¹
Junichiro Suyama

橋山 智訓*¹
Tomonori Hashiyama

田野俊一*¹
Shun'ichi Tano

*¹ 電気通信大学大学院 情報システム学研究所
Graduate School of Information Systems, The University of Electro-Communications

The techniques of artificial Intelligence (AI) have been rapidly developing in video games. One of the main aims of AI implementation is to win against the human players. This is already achieved in some games, such as chess and shogi. Nowadays, the interest is moved to enhance the enjoyment of the players. Many researches are devoted to develop a human-like AI player to entertain human player. In this paper, we focused on a video game named PuyoPuyo. PuyoPuyo is one of the tile-matching puzzle game controlling two pair of falling block. Random distribution of the blocks make it difficult to set them into the ideal pattern. Skilled player seems to have some ideal pattern template models. This paper tried to derive these templates from the placements of blocks stacked by the skilled human player. Using these templates, it is capable of reconstructing the player's placements partially.

1. はじめに

ゲーム分野における人工知能は、近年急速に進化しており、1997年にはチェスのグランドチャンピオンに勝利し、2013年には将棋のプロ棋士に勝利するなどの成果を挙げている。このことは、ゲーム AI の長年の目標であった「人間を超える」人工知能を作れることを達成しつつあることを意味している。

一般に、ゲーム AI の元々の存在意義はゲーム上のノンプレイヤーキャラクター (NPC) を動かし、ゲーム世界を成り立たせることを目的としている。安武らは、ゲーム AI はプレイヤーから見て知性を感じさせる存在である必要があると述べている。挙動に違和感なく、自然な振る舞いをするのが求められている。動作や環境が不自然であると、プレイヤーに不快感を与えてしまう。ここでいう自然な振る舞いとは、人間らしい思考・動作のことであり、これらを表現することでゲームのリアリティを追求することができる。[安武 12]

初期のゲーム AI は人間レベルに追いつくことが長年の目標であった。しかし、現在のゲーム AI は様々なゲームにおいて、人間のレベルを超すところまで到達した。藤井らは、「強さを追求」した NPC の次の段階として、「人間を楽しませる」ための人間らしい NPC の追及に焦点を当てる必要があると述べている。[藤井 14]

仲道らにとってのゲーム AI は、プレイヤーの熟達支援やエンターテインメントを提供することが目的であり、この目的には人間らしさを追及することである。人間は他者の振る舞いから他者の性質・状態を理解する認知過程があり、その認知過程を考慮した上での人間らしさの機構が必要であると述べている。[仲道 14]

本稿では、不完全情報ゲームの一つであるぷよぷよを用いて、人間のプレイを模倣するゲーム AI の作成を目的とする。ここでは、人間のプレイデータからその人間の特徴を表す定石形を行列テンプレートとして抽出し、定石形を積み上げるまでの模倣 AI を作成する。模倣 AI を作成することにより、プレイヤーが上級者の模倣 AI や自分のレベルに合った人間の模倣 AI と気軽に対戦できる環境を構築し、熟達支援やエンターテインメントを提供することが目的である。



図1 ぷよぷよのゲーム画面

2. ぷよぷよについて

ぷよぷよとは、1991年に株式会社コンパイルから発売された落下型パズルゲームである。図1にぷよぷよのゲーム画面を示す。対戦要素が含まれており、落下型パズルゲームの代表として認知されていて、現在でも多くの人にプレイされている。基本的なルールは以下のようになっている。

- フィールドは縦13マス×横6マスの格子で構成される。
- 2つ1組の色ブロックが落ちてきて、プレイヤーはその色ブロックを回転や横移動などの操作ができる。色は通常4色である。
- 次にくる色ブロックは2手先まで左の枠に予告される。
- ブロックが下に設置されたとき、まわりの同色のブロックとくっつき、4個以上くっつくと消滅し得点となる。
- ブロックの消滅により、上に乗っていたブロックが落下し、再びブロックが4個以上くっつくと消滅し、「連鎖」が起きる。

ぷよぷよでは「連鎖」の数によって得点も大きくなるため、より多くの「連鎖」を起こすことが重要なポイントとなる。しかし、次の色ブロックの色はランダム性があるため、決まった形を組むのが非常に困難である。

3. 関連研究

ゲーム序盤に用いられる囲碁における定石や将棋における定跡は、長い時間かけて研究・洗練された人智の結晶である。テトリスやぷよぷよなどのパズルゲームでも、展開を有利にする

定石形が存在する。関連性行列という形で状態や定石を表現する定石形配置法を提案している[富沢 12]。関連性行列で表現した定石テンプレートを m 個用意し、探索ノードと各テンプレートを比較して合致度を計算している。探索にはポテンシャル最大化アルゴリズムを用いている。実験としては、ポテンシャル最大化アルゴリズムのみを用いた AI と定石形配置法とポテンシャル最大化アルゴリズムを組み合わせた AI を比較している。実験結果は、従来手法では平均連鎖 8.80 連鎖であったのに比べ、提案手法は平均連鎖 10.99 連鎖まで伸ばすことができた。

4. 提案手法

4.1 全体の流れ

人間のプレイデータから定石テンプレートを抽出するため、以下の手順を踏む。

- (1) 人間のプレイデータを状態行列として表現する。
- (2) 状態行列の高次局所自己相関特徴を抽出し、位置情報とマスクパターンを記録する。
- (3) すべての学習数の位置情報とマスクパターンの一致数を計測し、一致数の高いものを定石テンプレートとして保存する。

4.2 高次局所自己相関特徴(HLAC)

高次局所自己相関特徴(HLAC: Higher-order Local Autocorrelation) 画像特徴量の一つである。[Suzuki 04]

自己相関関数を高次に拡張した M 次の自己相関関数は、画像領域内の位置 $\mathbf{r} = (x, y)$ における画素値を $f(\mathbf{r})$ とすると、位置 \mathbf{r} のまわりの N 個の画素に対して以下の数式で表現できる。

$$x(a_1, a_2, \dots, a_N) = \int f(\mathbf{r})f(\mathbf{r} + a_1) \dots f(\mathbf{r} + a_N) d\mathbf{r}$$

ここでは、HLAC 特徴の次元を 2 次元にし、局所領域を 3×3 と設定した ($M = 2, N = 8$)。マスクパターンは平行移動に関して同等のものを除くと 35 種類となる。さらに、2 値行列を対象とするため、25 パターンまで絞り込んだ。

4.3 定石テンプレート

すべての学習データに対して、位置情報とマスクパターンの一致数を計算し、一致数が一定数以上のものを定石テンプレートとする。基準となる位置を中心として周辺のマス (3×3 マス) に存在する同色の色ブロックの配置をテンプレートとして保存しているため、一つのテンプレートあたり 2~4 個のブロックで構成されている。このテンプレートを組み合わせることによって、人間の理想の形・最終形、つまり定石を形成することができる。定石テンプレートは学習データから自動抽出されるため、大量の学習データに対して抽出することも容易である。



図2 定石テンプレート(左)一例(右)最頻出の組み合わせ

5. 実験

人間の定石テンプレートを自動抽出するため、今回は同一人物のプレイデータを 50 個用意して、高次局所自己相関特徴を抽出した。

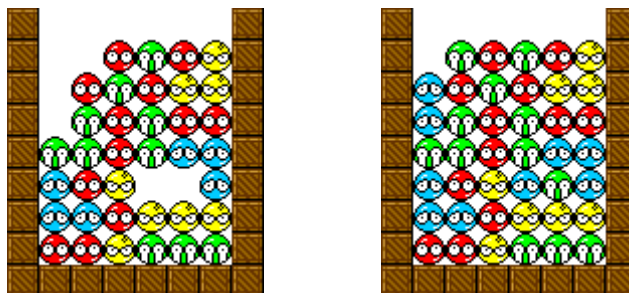


図3 組み合わせの一例(左)補間前(右)補間後(10連鎖)

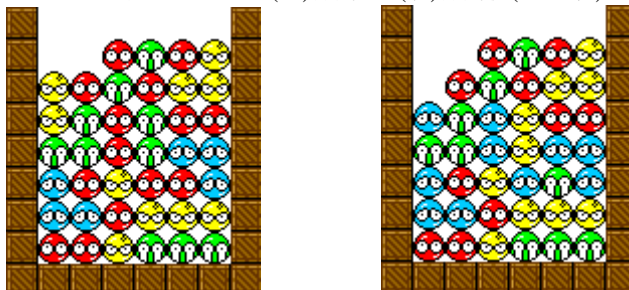


図4 失敗例(連鎖数)(左)補間失敗(4)(右)組み合わせ失敗(2)

6. 実験結果および考察

本実験では、学習データ 50 個に対して、マスクパターンの一致数が 10 個以上のパターンを定石テンプレートとした。その結果、定石テンプレート 150 個を抽出することができた。図 3(左)はそのうちの 28 個の定石テンプレートを組み合わせて作成した状態行列の一例である。周りのマスに同色がないブロックがあるため図のように空白部分ができている。図 3(右)はその空白部分を補間した結果である。右上の黄色から 10 連鎖がある状態を積み上げることができている。定石テンプレートの組み合わせの問題点として以下の点が挙げられる。

- (1) 空白部分の補間方法によって連鎖がなくなる。(図 4(左))
- (2) 定石テンプレートの組み合わせ方によって連鎖がなくなる。(図 4(右))

問題点の原因としては局所的なテンプレートを用いていたため、離れているブロックの色の関係を全く考慮していない点が挙げられる。

7. おわりに

本研究では、少数の学習データから定石テンプレートを自動抽出する手法を提案した。少数の学習データでも本手法の有効性を確認できたため、今後は学習データ数を増やして定石テンプレートを抽出する。自動抽出した定石テンプレートを用いて人間の模倣 AI を作成できると考えている。

参考文献

- [安武 12] 安武諒 et al: チューリングテストによるゲーム AI の客観的評価, 東京情報大学研究論集 16.1, (2012).
- [仲道 14] 仲道隆史: 人を楽ませる接待将棋, 第 28 回人工知能学会全国大会論文集, (2014).
- [藤井 14] 藤井叙人 et al: 生物学的制約の導入によるビデオエージェントの「人間らしい」振る舞いの自動獲得, 情報処理学会論文誌 55.7, (2014).
- [富沢 12] 富沢大介 and 池田心: 落下型パズルゲームの定石形配置法とぶよぶよへの適用, (2012).
- [Suzuki 04] Suzuki, Motofumi T. et al: A similarity evaluation method for 3D models by using HLAC mask patterns, WSEAS Transactions on Computer 3.3, (2004).