

## 対戦型 2048 クライアントの一実装

三好 健文<sup>1,a)</sup>

**概要：**夏のプログラミング・シンポジウムの題材として提案されていた 2048 対戦ゲームのクライアントを作成した。作成したクライアントは、なるべく大きい数字の近くに“2”を配置する攻撃プレーヤと、その攻撃側を仮想的とした原始モンテカルロベースの守備プレーヤである。攻撃側が“2”だけを配置可能な“2 限定ルール”においては単純な Minimax プレーヤに対して有効なプレイが実現できた。一方で、“2/4 選択可能ルール”では有効なプレイが実現できなかった。

**キーワード：**プログラミング・シンポジウム，夏，報告

### 1. はじめに

2048<sup>?</sup>は、一人で遊ぶパズルゲームである。プレイ中の様子を図 1 に示す。ゲームは 4×4 のマスとマスに配置された数字のパネルで構成される。一回のターンにおいて、プレーヤは全パネルを上下左右の一方方向に移動させ、一方でコンピュータは空いているマスにランダムで“2”または“4”のパネルを配置する。プレーヤの操作によって同じ数字のパネルが同じ方向に移動する場合、その 2 枚のパネルは、それらの数字の和の 1 枚のパネルに融合される。すなわちマスから 1 個のパネルが減ることとなる。コンピュータが配置するパネルによってプレーヤがパネルを動かすスペースがなくなった時点でゲームは終了する。上下左右への移動を繰り返すことでゲース終了までの間に 2048 やさらに大きいパネルを作成することでプレーヤは高い得点を獲得できる。

対戦型 2048 では、ランダムでパネルを配置するコンピュータの代わりに別のプレーヤがパネルを



図 1 プレイ中の 2048 の様子

配置する。ここで導入されるパネルを配置するプレーヤが攻撃側、一人遊び用の 2048 におけるプレーヤが守備側と呼ばれる。攻撃側の目的は、なるべく短いターンで守備側の移動ができないようにパネルを配置することで、守備側の獲得する点数を低く抑えることである。守備側の目的はゲームを長く続け高い点数を獲得することで変わりはない。対戦では、守備側の時に獲得した点数によって勝敗が決定される。それぞれのプレーヤは思考時間に制限が設けられている（たしか 1 秒に設定されていない）。

<sup>1</sup> わさらぼ合同会社

<sup>a)</sup> miyo@wasa-labo.com

本稿では、夏のプログラミングシンポジウムにおいて実装した、対戦型 2048 のクライアントののに関して報告をする。

## 2. 実装したプレーヤについて

対戦型 2048 では、攻撃側はなるべく速くゲームを終わらせることを、守備側はなるべく長くゲームを続けることを、それぞれ目的とする。それぞれのプレーヤの実装を説明する。

### 2.1 攻撃側

ゲームプレーヤの実装の多くでは、ゲーム木を組み立て探索する手法が取られる。2048 ではゲーム木の組み立て自体は難しくない。一方で、各局面においての“よい攻撃”に対する評価値を静的に決めることは困難なように思われる。

そこで、直観的な攻撃手法として、“パネルを配置可能なマス”かつ、“最も大きい数のパネルに隣接するマス”に“2 のパネルを配置する”こととした。隣接する 2 枚のパネルの数字が同じ場合に 1 枚のパネルに融合するのであるから、大きい数字の近くに“2”を配置されると邪魔に違いなく、という安易な思考である。

単純な手法ではあるが、サンプルとして提供されていた Minimax によるプレーヤを相手としてプレイした場合、完全にランダムで攻撃するプレーヤが 16000 点程度の得点を取られるのに対して、実装した手法では 5000 点程度の得点に抑えることができ、一定の強さがあることが確認できた。

### 2.2 守備側

守備側もまた静的な評価は難しいだろうという判断から、原始モンテカルロベースのプレーヤを実装した。すなわち、前述の攻撃側に対して、上下左右への移動を複数回ランダムで試し、最も高いスコアを獲得できるパターンを選択するという手法である。複数スレッドを使って並列化することで高速化も容易である。制限時間のため、今回の実装では 100 プレイアウトの結果を使って手を選択することとした。

各ターンでは上下左右の 4 パターンしかないもの

の、乱数のシードによって、獲得できる点数に 1000 点から 20000 点程度と、かなりのばらつきがあり、展開されるプレイパターンは少くないようであると観測された。サンプルの Minimax を相手として、乱数のシードを選択した。

## 3. 評価

“2 限定ルール”のみを想定したプレーヤを実装した。仮想敵であった Minimax 相手には実装したプレーヤで 20000 点对 6000 点程度で勝つことが確認できた。一方で、“2/4 選択ルール”では、同じ実装で、900 点对 7000 点と完敗であった。攻撃においては同程度に点数を抑えることができているが、守備において、すぐに詰まされてしまったことになる。

しかしながら、守備側のモンテカルロシミュレーションの相手として、シンプルな“2/4 選択ルール”の攻撃プレーヤを投入してみても傾向に大きな変更はなかった。プレイパターンの広がり、大きな違いがあるのではないかと推測される。

## 4. まとめと今後の課題

対戦型 2048 のプレーヤとして、攻撃側としては単純な戦術に基づくプレーヤを、守備側としては自身の攻撃プレーヤを仮想的とするモンテカルロプレーヤを実装した。“2 限定ルール”では、それなりの勝利もできたが、“2/4 選択ルール”では、まったく歯がたたなかった。

前述の通りプレイアウトのために手を選択する乱数のシードを変えるだけで、かなりの点数の幅が観測できたことから、今後の課題としては、より強いプレーヤを作るために、勝敗結果を乱数シードにフィードバックするなどによるチューニングが考えられる。

謝辞 対戦型 2048 のサーバおよびサンプルプレーヤを提供していただきました電気通信大学 寺田先生に感謝します。

### 参考文献

- [1] <https://github.com/gabrielecirulli/2048>: 2048