GPCC報告 (2016年)
Games and Puzzles Competitions on Computers

http://hp.vector.co.jp/authors/VA003988/gpcc/gpcc.htm

藤波順久*

1 2016年の課題

2016年のGPCCでは、以下の課題を取り上げた。

それはオレの魚だ! 2〜4人で行うボードゲームである。ペンギン型の駒を交互に動かし、足元の魚をより多く奪った方が勝ちとなる。動くごとに足場が崩れていき、だんだん身動きが取れなくなっていく。

最初に、魚の絵が描かれた六角形のタイル60枚をシャッフルして、初期盤面の形に並べる。タイルの内訳は以下の通り。

- 魚が1匹のタイルが30枚
- 魚が2匹のタイルが20枚
- 魚が3匹のタイルが10枚

一人が担当する駒の数は以下の通り。

- 人数2人の場合は駒は4つずつ
- 人数3人の場合は駒は3つずつ
- 人数4人の場合は駒は2つずつ

親から順に駒を1つずつ魚が1匹のタイルの上に置く。全員が駒を置き終わったらゲーム開始。

- 自分の駒のどれか一つを動かし、今まで載っていたタイルを取り除く (タイルに描かれている魚の数が得点になる)
- 動かす先のタイルは、六角形の辺でつながっている6方向のどちらかに好きなだけ進んだところ
- 他の駒やタイルがないところは飛び越せない

すべての駒が動けなくなったら終了である。動けない駒が乗っているタイルも得点に含める。

6 Nimmt! 2〜10人で行うカードゲームである。1〜104の数字の書かれたカードを使用する。各カードに1〜7頭の牛の絵が描かれていて、牛をたくさん集めた人が負けである。

*株式会社ソニー・インタラクティブエンタテインメント、GPCC chair

最初に各人に 10 枚ずつカードを配る (手札)。最初の場札を 4 枚、縦に並べる。各札から横に列が伸びる。伸びる側の端を「端」と呼ぶ。そして以下を 10 ラウンド行う。

- 全員一斉にカードを出す。
- 出されたカードについて、数値の小さい順に、その数値より小さいうちで最大のカードが端にある列につなげる。
- 列のカードが 6 枚になったら、6 枚目のカードを置いたプレーヤーがその列の 1〜5 枚目のカードを引き取る (手札には加えない)。
- どこにも置けない数 (場の端にある数のうち最小のものより小さい) を出した場合は、出したプレーヤが任意の 1 列を引き取り、その列に出したカードを置く。

絵の牛の数は以下の通り。

55	→ 7 頭
11 の倍数 (55 以外)	→ 5 頭
10 の倍数	→ 3 頭
上記以外	→ 1 頭

ガイスター　二人で行うボードゲームである。6 × 6 の盤にそれぞれ 8 個の駒を以下のように配置する。

←▼▼▼▼→ 矢印は出口
∗▼▼▼▼∗
∗∗∗∗∗∗
∗∗∗∗∗∗
∗▲▲▲▲∗
←▲▲▲▲→

駒は赤 4 個、青 4 個で、相手の駒の色は色は見えない (駒を取ると見られる)。初期配置でどこに赤と青を置くかは自由に決められる。自分の番では駒を前後左右に 1 マスずつ動かす。相手の駒と同じマスに動かすと、取ることができる。以下のどれかを満たすと勝ちである。

- 自分の赤い駒を全て相手に取らせる
- 相手の青い駒を全て取る
- 敵陣の出口に青い駒を置いた状態で自分の番になる (脱出する)

千日手を防ぐため、先手後手を合わせて 254 手目に後手が指して上の条件を満たさなかった場合は、引き分けとする。

対戦型 2048　元々は一人で行うゲームだが、ルールを変更して、攻撃側と守備側で戦うようにしたものである。4 × 4 の盤を使う。各マスは空か、2 の冪の数が置かれている。攻撃側は好きなマスに 2 または 4 を選んで置く[1]。守備側は上下左右のどれかの向きを選び、すべての数をその方向に動けるだけ動かす。

- もし同じ数がその方向に 2 個並んだ場合は、2 倍の数 1 個に置き換え、空いたマスはつめる。
- 3 個並んだ場合は、奥の 2 個を置き換える。
- 4 個並んでいる場合は、それぞれ 2 個ずつを置き換える。連鎖はしない。

[1] 2015 年の問題では 2 のみとしていた。

盤が何も変わらない方向を選ぶことはできない。動かせなくなったら (16 マスすべて埋まり、縦横に同じ数字がないなら) 試合終了である。これを攻守を 1 回ずつ行い、点数の多い方が勝ちとする。

点数計算は、数を置き換えるたびに、生成された数を**守備側**の得点として加算するものとする。

2 2016 年の進展

それはオレの魚だ!、**6 Nimmt!**、**ガイスター**については、残念ながら進展はなかった。

対戦型 2048 は、高知工科大学大学院の松崎公紀さんらが、N タプルネットワーク (特徴点数 N の部分評価関数を組み合わせて構成した評価関数) の系統的選択法によってプレイヤを作成し、第 58 回プログラミング・シンポジウムで発表予定である。その概要を 3 節に示す。詳細は同シンポジウム予稿集の「システム的選択による N-tuple networks の”対戦型 2048”への適用」を参照してほしい。

3 系統的選択法による N タプルネットワークと TD 学習を用いた「対戦型 2048」プレイヤの作成と評価

松崎 公紀 岡 和人 (高知工科大学)

「対戦型 2048」のもととなった一人ゲーム「2048」においては，自己プレイからの TD 学習によって調整した N タプルネットワークを評価値とするコンピュータプレイヤが非常に強いことが知られている．筆者らは，そのネットワークに用いる N タプル (部分評価関数の N 個の特徴点) を系統的に選択する手法について研究を行い，有望な N タプルの集合を求めた (図 1) (K. Oka and K. Matsuzaki: 9th Int'l Conf. Computers and Games (CG2016), K. Matsuzaki: 2016 Conf. Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI 2016))．

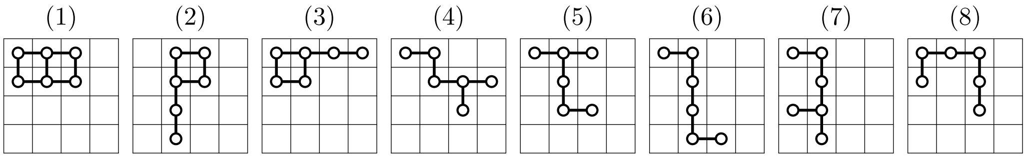

図 1: 既発表論文 (TAAI 2016) にて示した重要な 6-タプルの列．左端の (1) から順に任意個を選んで N タプルネットワークの学習に用いる．

この一人ゲーム「2048」に対する N タプルネットワークをもとに，自己対戦による TD 学習を用いて,「対戦型 2048」における攻撃側プレイヤと防御側プレイヤを作成して評価を行った．ここで自己対戦においては，適当な割合 (最終的には 50 %) の割合で攻撃側がランダムな手を選択することにより，学習する盤面の多様性を確保した．各プレイヤの作成方法やランダムな手を選択する割合のプレイヤの強さへの影響など，手法の詳細については本予稿集内の筆者らによる論文を参照されたい．

以下に作成したプレイヤによる対戦結果について一部を抜粋して報告する．図 2 は，深さ 7 (3 手) まで探索する minimax プレイヤを攻撃側としたときに，各防御側プレイヤが得た平均得点と最大得点を示す．対戦用に再学習した N タプルネットワークを用いるプレイヤが，単純な minimax プレイヤや 1 人ゲーム用に学習したプレイヤよりもより大きな得点を得ていることが分かる．また，この場

合では，タプル数が多い (m=8) ほうが，より大きな得点を得る傾向が見られる．図 3 は，対戦用に再学習した N タプルネットワークを用いて深さ 5 (2 手) まで minimax 探索するプレイヤを防御側としたときに，各攻撃側プレイヤが与えた平均得点と最大得点を示す．攻撃用に学習した N タプルネットワークを用いるプレイヤは，単純な minimax プレイヤよりも与える得点が小さい．一方で，この場合では，タプル数 (m) によるプレイヤの性能の差はほとんど見られないことが興味深い結果である．

来たるプログラミング・シンポジウムにおいて，得られた N タプルネットワーク (特に攻撃側) を用いたプレイヤと人との対戦ができるよう，対戦クライアントプログラムを準備する予定である.「2048」の腕に自信があるという方はぜひ挑戦していただければ幸いである．

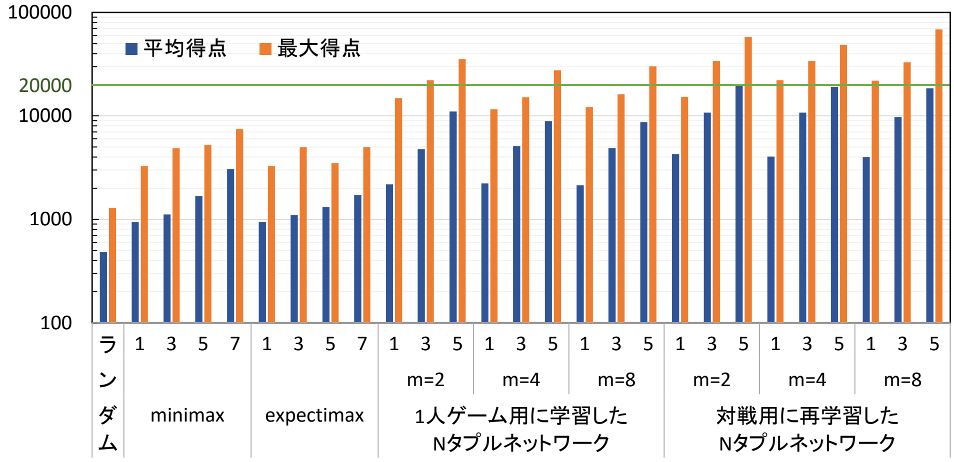

図 2: 深さ 7 (3 手) まで探索する minimax プレイヤを攻撃側としたときの，各防御側プレイヤが得た平均得点と最大得点．グラフ下の 1 行目の数は minimax/expectimax 探索の深さを示す．防御側は，得点が大きいほうが良い．

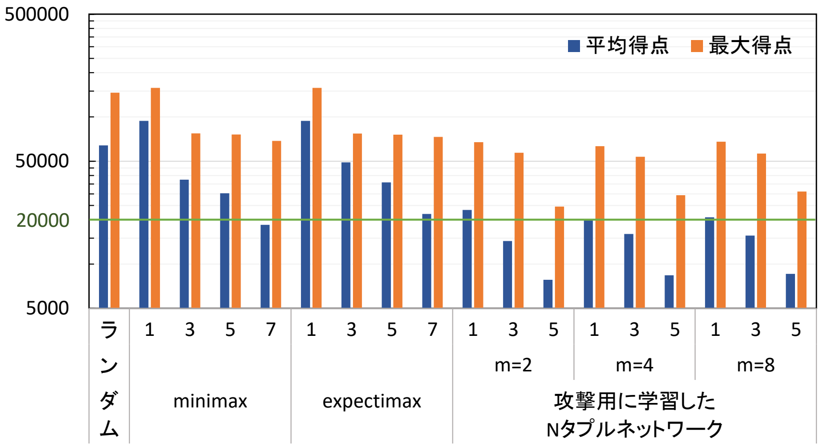

図 3: 対戦用に再学習した N タプルネットワーク (タプル数 m=8) を用いて深さ 5 (2 手) まで minimax 探索するプレイヤを防御側としたときの，各攻撃側プレイヤが与えた平均得点と最大得点．グラフ下の 1 行目の数は minimax/expectimax 探索の深さを示す．攻撃側は与える得点が小さいほうが良い．