

ボードゲームの戦略プログラミングを題材とした Java 演習の大会運営と実践結果 Contest Management and the Practical Result of Java Programming Exercise using Board-Game Strategy

山田 航平, 富永 浩之
Kohei YAMADA, Hiroyuki TOMINAGA
香川大学工学部
Faculty of Engineering, Kagawa University
Email: s12g482@stmail.eng.kagawa-u.ac.jp

あらまし：問題解決型の応用プログラミングとして、ボードゲーム戦略を題材とする対戦形式での Java 演習を提案している。また、ローカル側とサーバ側の支援環境 WinG を開発している。サーバ側では、提出された戦略同士を対戦させる大会を運営し、ランキングや戦績を公開する。試行錯誤的なプログラミングを体験させ、持続的な戦略修正への動機付けを行う。2012 年度の授業実践では、指標戦略を導入し、重み付き勝点度を採用した。演習結果として、順位の推移や戦績の分析を行う。

キーワード：ボードゲーム戦略, Java プログラミング演習, 大会形式の競争型学習, 指標戦略による順位分析, 重み付き勝点度による順位決定

1. はじめに

本研究では、情報系学科の応用プログラミング演習として、ボードゲーム戦略を題材とする対戦形式での Java 演習を提案している⁽¹⁾。ボードゲームとしては、五五を採用した。五五は、五目並べに石取りを加えた二抜き連珠のルールを整備したものである。五五は、石を取ることで局面が大きく変化する。連と取という 2 つの勝利条件があり、それぞれに攻撃と防御の優先度が考えられ、初心者の段階でも戦略の個性が出やすい。

問題設定として、Java 言語で作成したゲーム実行ライブラリを提示し、13×13 の盤面での五五の戦略を Java プログラミングで実装させる。学生は、Computer クラスを継承したサブクラスで、着手メソッド `calc_hand()` をオーバーライドする。`calc_hand()` は、局面を引数とし、次の 1 手を返す。局面は、State クラスのインスタンスで、盤面の石の配置や取った石の個数を保持している。

対戦では、先手後手の 1 組で 1 試合とし、勝敗で勝点を付ける。1 勝 1 敗では、取った石の数で優勢を決め、同数は引分とする。戦略の評価として、総当たり対戦での勝点の合計で順位を決める。ただし、全体の評価は、戦績だけでなく、戦略の自己評価を行った総括レポートも加味する。

戦略の作成手順は、戦略方針に従って、各枱の評価値を求め、最高点の位置を着手とする。評価値は、経験的に割り当てた値から、実戦を通して調整していく必要がある。また、局面パターンのより詳細な判別に基づいて精密化していく。学生には、プロトタイプソースコードを提示し、最低限必要な処理をコメントで指示しておく。典型的な配置パターンの実装から始め、独自の局面分析に進んでいく。

2. 支援環境 WinG と大会運営

このような戦略作成を支援するため、支援環境 WinG を開発している。ローカル側 WinG-LA では、戦略のテスト実行を効率的に行うモジュールを提供し、戦略検討に用いる各種のサンプルを用意する。サーバ側 WinG-CS では、提出された戦略同士を対戦させる大会を運営し、ランキングや戦績を公開する。これにより、試行錯誤的なプログラミングを体験させ、持続的な戦略修正への動機付けを行う。

作成中の戦略にフィードバックをかけて、持続的に演習に取り組みさせるため、最終大会の締切までを予備戦期間とする。予備戦期間中に提出された戦略は、サーバ上で他の戦略と対戦し、定期的に結果が更新され、順位が公開される。順位の推移を見て、自分の戦略を再検討し、状況に応じて戦略を修正していく。予備戦期間後に、提出した戦略の強さを総合的に判断し、最終大会の戦略を選択する。これらの戦略同士で総当たり戦を行う。この結果から最終順位を決定し、成績に反映させる。このように、自分の戦略を常に評価する機会を設けることで、試行錯誤の繰返しを動機付ける。

3. 指標戦略と重み付き勝点度

これまでの演習実践を踏まえ、大会運営の改善を行った⁽²⁾。学生の競争意欲の刺激を図るため、強さの基準となる 3 段階の指標戦略を導入する。強さの段階ごとに、それぞれ複数の指標戦略を用意する。予備戦期間の開始時から幾つか登録して、初期の対戦相手として用いる。また、途中から指標戦略を追加して、中だるみを防ぐ目標としても用いる。これらは、バイナリのみで配布されるサンプル戦略でもある。

また、見かけ上の強さや相性によるバイアスを減らすため、対戦相手の勝点度で重み付けした重み付

き勝点度を導入した。重み付き勝点度は、区間[0,1]内の実数値であり、初期値は、勝点の最大値で各自の勝点を割ったものとする。次に、重み付けによる再計算として、各対戦相手kに関する総和 $\sum\{k \text{ の対戦の勝点} \times (k \text{ の勝点度} + 1)\}$ を求める。同様に、最大値で割って、正規化する。この処理を、値の変化が閾値以下になるまで、あるいは順位が変化しなくなるまで行う。実際には、5回程度でほぼ安定した。なお、総和項での+1と正規化は、重み付けによって、全体の勝点度が0に縮退するのを防ぐためである。

重み付き勝点度では、ノイズのような弱い戦略(雑魚)に幾ら勝っても、重みが低いため勝点度はそれほど上がらず、それらに対する勝敗の影響が軽減される。逆に、強い戦略に勝つと、金星のように大きな意味を持つ。また、結果として、中位の戦略でもどれに勝ったかで勝点度への寄与が異なり、戦略の優劣がより明確になる。

4. 2012年度の演習実践と結果分析

2012年度は、情報環境コースの3年次の必修科目「情報環境実験Ⅱ」にて、開発したシステムを運用し、本演習を実践した。受講者は、44名である。予備戦期間は約7週間で、強さの指標となる5つの戦略を開始時から登録しておいた。

2012年度の予備戦期間の提出状況は、図1の通りである。予備戦期間の開始時に、初期の提出がみられ、2週間後から順調に提出数が伸びた。締切1週間前からは、急激に増えた。受講者の提出数は、実行可能な戦略で約824に上り、1人当たり18.7回となった。最高95回も提出している受講者がいた。対戦の組合せの総数は約34万になるが、予備戦期間中にはほぼ21万の対戦を実行した。

予備大会での全戦略について、単純および重み付きの勝点度(1000倍した値)の相関性を図2に示す。グラフを見ると、3つの直線上に多くの戦略が並んでいる。上位の直線上は、重み付きによっても勝点度に影響が出ていない戦略である。係数を補正すれば、単純と重み付きではほぼ同じ勝点度を示している。これは、強い戦略にも相応の戦績を残していると言える。中位の直線上は、重み付きによって、やや勝点度が下がっている。強い戦略には余り勝っていないことを示す。下位の直線上は、弱い戦略同士での潰し合いしかできておらず、ノイズとなっている戦略である。

このグラフを縦に見ると、単純勝点度では、同じ値を示していた戦略に対し、重み付きでは、対戦相手の強さを考慮した実質的な戦績で差が付けられたということを示している。ただし、対戦数の大きく異なるものも含んでいるので、より詳細な分析も必要である。

2012年度の最終大会の結果を図3に示す。5本の横線は、指標戦略である。上位2つの戦略は、勝点度が飛びぬけて高く、他を圧倒していたことが分か

る。過去の最強戦略ともほぼ同等である。約半数の戦略が中位の指標戦略の勝点度を上回り、十分な達成度を示したと言える。一方、下位の8つの戦略は、弱い指標戦略を超えられず、目標とすべき達成度に届かなかったと判断される。今後、個別の分析が必要である。

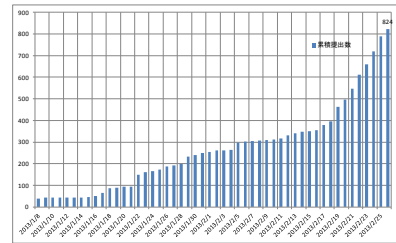


図1 実行可能な戦略の提出数の累積推移

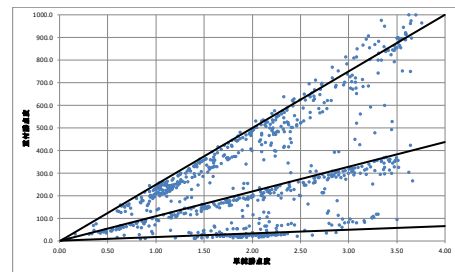


図2 予備での単純と重付の勝点度の関係

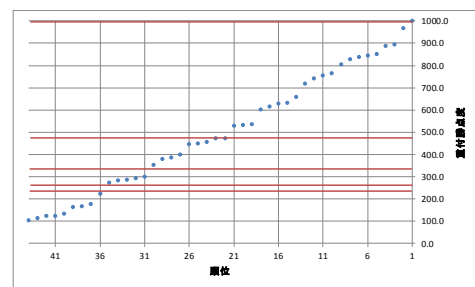


図3 最終大会での順位と重付勝点度

5. まとめ

2011年度までの演習実践を踏まえ、強さの基準となる指標戦略を幾つか導入した。また、重み付き勝点度によって、順位付けを精密化した。これにより、予備大会における戦略の提出が大幅に増え、競争意欲を刺激した。また、見かけ上の強い戦略や雑魚戦略による影響を減らすことができた。

参考文献

- (1) 山田航平, 富永浩之: “ボードゲームの戦略プログラミングを題材とした Java 演習支援 – 演習実践と対戦結果の分析 –”, 信学技報, Vol.111, No.141, pp.59-64 (2011)
- (2) 山田航平, 富永浩之: “ボードゲームの戦略プログラミングを題材とした Java 演習支援 – 対戦結果の順位分析と対戦方法の考察 –”, 信学技報, Vol.112, No.166, pp.29-34 (2012)