

ボードゲーム戦略の大会形式でのプログラミング演習における 重付勝点度の推移による個人進捗の分析

花川 直己[†]
香川大学[†]

富永 浩之[†]
香川大学[†]

1. はじめに

本研究室では、ボードゲーム戦略を題材とした大会形式のプログラミング演習を提案し、実際の授業で実践している。システム WinG を開発し、戦略作成の環境を提供し、予備大会と最終大会を運営している。サーバに提出された戦略同士を対戦させ、戦績や順位を公開する。学生は、予備大会の期間中、これらの情報を基に自身の戦略を修正し、何度も提出を繰り返す。これにより、実行性能を高める継続的なプログラミングを経験させる。最終大会では、各学生が、提出した戦略から最強と思うものを選び、改めて総当り対戦を行って、最終的な順位を決める。

大学情報系学科の3年生を対象に、2011年から必修科目の授業の課題として、教育実践を行っている。2016年度には、大会運営サーバ WinG-CS を改良として、対戦処理の信頼性と効率性の向上を行った[1]。

2. ボードゲーム戦略の Java 演習と勝点

本演習では、ボードゲームとして、二抜き連珠(ペンテ)の変種である五五を採用している。五五は、五目並べに石取りの要素を加えたものである。勝利条件は、連と取の2種類があり、それぞれに対して、攻撃と防御の優先度が考えられる。そのため、初心者でも戦略に個性が出やすいという特徴がある。戦略の評価としては、総当り戦での勝点の合計で順位を決める。

本演習の対戦は、先手後手を入れ替えた2対戦で1試合とし、その勝敗によって勝点を付ける。勝点は、2勝なら完勝4点、2敗なら完敗0点とする。1勝1敗のときは、対戦における取石の数で優劣を決定する。取石の数が多いほうが僅勝3点、少ないほうが僅敗1点である。取石が同数のとき引分とし、2点である。これにより、単純な引分とされていた結果を細分化し、戦績の差を明確に区別する。総当り対戦で試合数が等しい場合、個々の戦略の勝点の総和が強さを表している。この総和を全完勝の値で割り、区間[0,1]

内の実数値にしたものを、単純勝点度 SWG と呼ぶ。SWG は、勝点を考慮した勝率である。完勝と完敗ばかりのときは、通常の勝率に一致する。

3. レイティング指標としての重付勝点度 WWG

予備大会の期間中は、継続的に提出を受け付けるため、大会の序盤と終盤において、戦略の完成度が大きく異なる。そのため、SWG による順位では、終盤に提出した戦略が序盤の弱い戦略ばかりに勝ち、真の強さが反映されないことがある。このような、見かけ上の強さや相性によるバイアスを減らす必要がある。これには、対戦相手の強さに基づく、何らかのレイティングを考慮する必要がある。

本演習では、このような指標として重付勝点度 WWG を導入している[2]。SWG を精密化し、予備大会の途中で、試合数の異なる状況でも、比較の意味を持たせるためである。WWG は、区間[0,1]内の実数値であり、相手の勝点度によって、自身の勝点到重み付けを行う。相手の WWG の変化で自身の WWG も変化するので、再帰的な計算が必要である。なお、十分な対戦数においては、極端な戦績状況を除き、両者の差は目立たない。

ある戦略 x について、 y に対する勝点を $WP(x, y)$ 、 k 回目の計算による重付勝点度を $WWG_k(x)$ とおく。初期値を $WWG_0(x) = 1.0$ とする。次の $WWG_{k+1}(x)$ の計算は、以下の漸化式で求める。この漸化式の計算を値の変化が適当な閾値以下になるまで繰り返し、最終的な $WWG(x)$ とする。

$$WWG_{k+1}(x) = \frac{0.5 + \sum_{i \neq x} \left\{ WWG_k(i) \times \frac{WP(x, i)}{4} \right\}}{\sum_i \{ WWG_k(i) \}}$$

定義式の分子の+0.5は、仮想的な自己対戦の引分を意味する。また、分母は、全 WWG の総和であり、WWG を相対化している。全戦略に完勝した場合でも、自己引分によって WWG は 1.0 にはならない。全勝数が増えれば、1.0 に近づく。また、全戦略に完敗した場合の WWG は 0.0 ではなく、自己引分により、全戦略の WWG の総和の逆数の半分になる。これは、試合数が増えれば、0.0 に緩やかに近づく。

Analysis of Personal Progress Situation by Transition
of WWG in Programming Exercise using Board Game
Strategy with Contest Style

[†] Naoki HANAKAWA, Kagawa University

[†] Hirovuki TOMINAGA, Kagawa University

4. 大会中での WWG の推移による個人進捗

本論では、予備大会の期間中の WWG の推移の視覚化と、各学生の個人進捗の分析を行う。ここで、各学生の提出したすべての戦略は、別のものとして扱う。大会期間中、各戦略の WWG は日ごとに変化する。最初に算出された初期値を WWG_{init} とする。

各学生に対し、戦略ごとの WWG の推移をまとめたものを得点推移グラフ STG と呼ぶ[3]。本論では、これを拡張し、ローソク足チャート(箱ひげ図)を重ねた拡張 STG を用いる(図1)。ローソク足チャートとは、株価など、相場の動きを時系列に沿って可視化する手法の一つである。ただし、本手法の各チャートは、予備大会中に変動するものである。箱の初値は提出日の WWG_{init} 、現値は、その時点での WWG_{cur} とする。また、ひげの高値は期間中の最大値 WWG_{max} とし、安値は最小値 WWG_{min} とする。予備大会終了時点での現値を終値として直線で繋いだものは、従来の STG に一致する。この拡張 STG を用いて、各学生の進捗状況の分析を行う。一般に、終盤に近づくにつれ、対戦数が増加し WWG が安定するため、初値と現値の差は小さくなる。

図2は、実際の学生の拡張 STG の事例である。(a)は、終盤に近づくにつれ、WWG のローソク足の短くなっている。一般的に、大会期間が進むにつれ、強い戦略が提出されやすい。そのため、 WWG_{init} に対し WWG_{cur} が低く、陰線となっている。一方、(b)は、大会終盤に比較的差の大きい陽線が出現している。これは、大会終盤に提出されるバグを含んだ戦略への勝利が関係していると考えられる。このように、拡張 STG を用いることで、戦略の WWG の安定性や、変化の傾向を把握することができる。また、その状況から、補足的な全体説明や、個別の指導の手助けとする。例えば、大会中盤において、陰線が増加しているときは、戦略の転換が示唆される。提出された戦略を精査し、必要なら、全体に対して指導や助言を行う。

5. おわりに

ボードゲーム戦略を題材とする大会形式での演習を実施している。ボードゲーム五五を題材とし、学生が提出した戦略同士を対戦させ、勝敗に基づき順位を決定している。順位の算出のためのレーティングとして、WWG を導入している。本論では、個人進捗の推移の視覚化としてローソク足チャートを加えた拡張 STG を提案した。これにより、予備大会中の個々の戦略の WWG の状況がより詳細に視覚化できる。また、拡張 STG の事例を上げ、大会中の WWG の変化

の傾向が把握できることを確認した。

今後の課題として、WWG の安定性の検証が挙げられる。また、複数年度をまたいだ学生の進捗の比較と、効率化のための間引対戦における WWG の変動を検証する。複数年度の比較では、指標戦略を用い、年度ごとの母数の移動についても調査する。また、間引対戦における検証は、対戦数の大小と WWG の変動の関係を検証する。これらの結果から、対戦方法を再考し、より効率的な対戦方法を実現する。

参考文献

- 1) 花川直己, 富永浩之: ボードゲーム戦略を題材とする応用 Java プログラミング演習の支援と実践 - 対戦処理への仮想環境の導入とレーティング指標の改良 -, 信学技報, Vol. 117, No. 65, pp.13-20 (2017)
- 2) 花川直己, 富永浩之: ボードゲーム戦略によるプログラミング演習におけるレーティング指標としての重付勝点度の効果について, ゲーム学会, Vol. 15, No.1, pp.1-4 (2017)
- 3) 花川直己, 玄馬史也, 富永浩之: カードゲーム戦略を題材とする応用 C プログラミング演習の支援と実践 - 大会中の提出コードの更新状況による個人進捗の分析手法 -, 信学技法, Vol.115, No.492, pp.51-58 (2016).

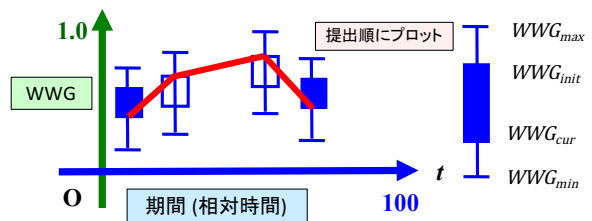
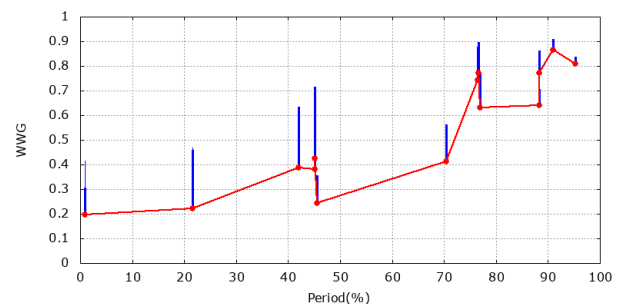
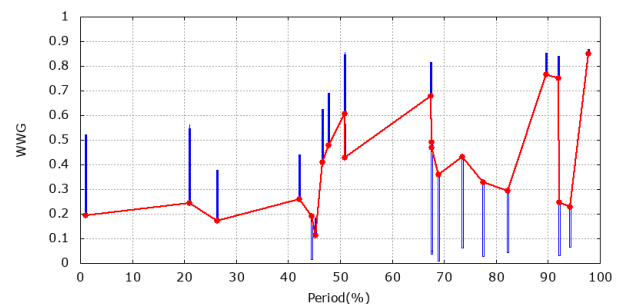


図1 ローソク足チャートを重ねた拡張 STG



(a)



(b)

図2 拡張 STG の事例