

ゲーム戦略を題材とする継続的なコード更新を誘導する 大会形式のプログラミング演習

Programming Exercises to Induce Continuously Modification with Game Strategy and Contest Style

花川 直己^{*1}, 玄馬 史也^{*1}, 富永浩之^{*1}
Naoki HANAKAWA^{*1}, Fumiya GEMBA^{*1}, Hiroyuki TOMINAGA^{*1}
^{*1}香川大学工学部

^{*1}Faculty of Engineering, Kagawa University
Email: s16g464@stu.kagawa-u.ac.jp

あらまし: ゲーム戦略を題材とする応用プログラミング演習を提案している。得点形式によるカードゲームのC演習と、対戦形式によるボードゲームのJava演習を実践している。大会期間を設け、何度でも戦略の提出を受け付ける。戦績による実行性能としての外部評価、コード指標による品質としての内部評価、進捗状況など多面的な評価を取り入れている。これにより、強い戦略と良いプログラムを目指した継続的なコード更新を誘導する。本論では、それらの手法とこれまでの状況を議論する。

キーワード: ゲーム戦略プログラミング演習, 大会期間の継続的な更新と提出, 進捗状況の多面的な評価

1. はじめに

大学情報系の応用プログラミング演習において、習得すべき事項として、大きく2点がある。1つは、アルゴリズム的なアプローチによる、問題解決の手段としてのプログラミング技能である。もう1つは、ソフトウェア開発手法に基づき、継続的に改善していく業務としてのプログラミングの姿勢である。これらを学ぶための演習の題材として、IT分野の内容に関する課題や実際業務を模した情報システムの開発などが挙げられる。しかし、学生の知識理解や社会経験の不足のため、問題設定の入り口で躓いてしまい、問題解決の実践まで進むことが困難である。

本研究室では、知識情報処理の分野から、ゲーム戦略を題材とする演習を実践している。着手操作の条件判定と定式化、局面のパターン認識、先読みによる知的探索、シミュレーション試行などの手法が学習内容である。戦略同士の大会形式にすることで、競争型学習の要素も盛り込まれ、動機付けへの効果も期待できる。加えて、最強の正答と言える戦略は明確に与えられるものでなく、相手との対抗による持続的な改良が求められる。これにより、継続的なプログラムの更新の姿勢なども学ぶことができる。

2. カードゲーム戦略の演習とシステム WinT

カードゲーム戦略を題材とする競争型の演習では、ゲームの題材としてポーカーを採用している。手札の5枚を山札と交換しながら、9種類の手役の1つを作る。各手役の配点は、単純な出現確率ではなく、プログラムとしての実装の難度に応じて決めておく。1回のテイクでのチェンジ数を定めておく。十分にシャッフルされた1つの山札でテイクを繰り返す。

テイクごとの傾斜掛率を導入し、各テイクで作った手役の重み付きの合計点を、その山札での素点とする。ランダムな相当数の山札での平均を戦略プロ

グラムの得点とする。実施要項として、チェンジ数とテイク数、傾斜掛率のレギュレーションは、年度によって変更する。戦略では、残りの山札の状況や傾斜掛率を考慮した手役を狙わなければならない。

2010年度から演習に採用し、2013年度から支援システム WinT を運用している(図 1a)。コード量や冗長性に関するコード指標を導入し、コード更新の目安を示している。特に、2016年度から、関数ごとのABCサイズの導入により、コードの改善に大きな効果があった⁽¹⁾。また、山札の残りが少ない終盤で、先読みシミュレーションを採用する戦略が増え、全体的な達成度も向上した。

3. ボードゲーム戦略の演習とシステム WinG

ボードゲーム戦略を題材とする対戦型の演習では、ゲームとして、二抜き連珠(ペンテ)の変種として、五五を採用している。五五は、五目並べに連珠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特徴がある。戦略の評価としては、総当たり戦での勝点の合計で順位を決める。

2011年度から、情報系学科の必修授業の課題として実施している。また、これまでの取組として、演習のフレームワークの提案、支援システム WinG の開発と運用を行っている(図 1b)。戦績については、レイティング指標である重付勝点度 WWG を導入し、より精密な戦績の評価を試みている⁽²⁾。

4. 成果物の外部評価と内部評価

ゲーム戦略プログラミングは、単純に仕様を満たすだけの課題ではない。ルールに沿った上で、強い戦略を目指さなければならない。さらに、良いプログラムであることが望ましい。本演習では、受講者

が作成した戦略プログラムを成果物として捉え、外部評価と内部評価の指標を付与している。

外部評価は、主に実行性能を指す。一般に、実行性能は、計算精度や処理速度を求めるものである。ゲーム戦略においては、強さを表す得点や勝敗を指す。本演習では、外部評価が主目標となる。

内部評価は、ソフトウェアメトリクスによるコードの品質の評価である。本論では、冗長性、効率性、構造化、可読性の4つの観点で評価する。具体的には、静的解析ツールに基づくコード指標に着目する。一般に、強い戦略はそれなりに複雑なコードを有するが、その効果が乏しいものもある。その場合、品質の低いコードであると判断できる。

そこで、得点とコード指標の相関性に注目し、散布図 SMP と再帰的指標 RCM を提案している(図 2a)。これにより、戦績に対する相対的な指標との相関による特異的なコード検出を実現している。また、ABC サイズなど、コード指標の有効な組合せも検討している。

5. 個人進捗の分析

戦略プログラムの成果物の評価に加え、個人進捗にも着目した分析を試みている(図 2)。予備大会での外部評価と内部評価を、時間経過の観点から捉え直す。まず、外部評価と時間経過の組合せとして、提出順にプロットした成績推移グラフ STG (b)を提案している。次に、外部評価とコードの絶対量を二軸とし、更新状況を視覚化した進捗推移グラフ TDQP (c)を提案している⁽³⁾。更新ベクトルの方向を類型化し、学生の実装傾向を把握する。そして、コード差分量と時間経過を組み合わせた差分変動グラフ CDG (d)を提案している⁽⁴⁾。これらにより、学生のコード更新の特徴を捉える。例えば、ロールバックやリファクタリングのタイミングを見出したり、機能追加とコード整理のサイクルの把握を試みる。

6. まとめと今後の課題

カードゲームおよびボードゲームの戦略を題材とする大会形式の応用プログラミング演習を提案している。それぞれのルールを策定し、実行性能としての得点や勝敗で順位を付ける。コードの継続的な更新が可能な予備大会と、成績を確定させる最終大会を設けている。両者には共通点も多く、表 1 のような相違点もある。

本論では、外部評価だけでなく、幾つかのコード指標を提示し、内部評価としてのコード品質も測る。個人の進捗状況として、外部評価や内部評価と時間経過を組み合わせた視覚化も行っている。これにより、教室全体や個人の演習状況を適切に把握する。これらを視覚化し、典型的に捉えて、適切な指導や警告を行う。これにより、フィードバックに基づくコードの継続的な更新を誘導する。現在、これらをシステムの機能として実現を目指している。

参考文献

- (1) 玄馬史也, 花川直己, 富永浩之: “ポーカー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 - ABC サイズに基づくコード指標の提示機能と得点との相関性 - ”, 信学技報, Vol.116, No.517, pp.89-94 (2017)
- (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 - 間引き対戦の導入と提出戦略の詳細分析 - ”, 情処研報, Vol.2013-CE-124, No.10, pp.1-6 (2014)
- (3) 花川直己, 玄馬史也, 阿部隆幸, 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 - ”, 信学技報, Vol.115, No.492, pp.51-58 (2016)
- (4) 花川直己, 富永浩之: “ボードゲーム戦略を題材とした Java 演習の大会中の提出コードの差分と得点推移による個人進捗の視覚化”, 教育情報システム学会第 41 回全国大会公演論文集, Vol.41, pp.365-366 (2016)

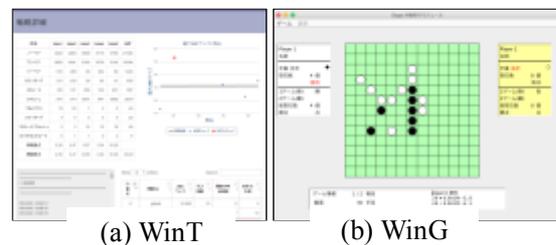


図 1 ゲーム戦略を題材とする演習

表 1 カードゲームとボードゲームの差異

カードゲーム演習 WinT	ボードゲーム演習 WinG
カードゲーム ポーカー	ボードゲーム 五五
不完全情報ゲーム	完全情報ゲーム
単独実行の得点形式	対戦実行の勝敗形式
GA による理想得点に対する達成度	レーティング指標としての重付勝点度
手続型 C 言語	オブジェクト指向型 Java 言語
自作のユーザ関数	豊富な API の利用

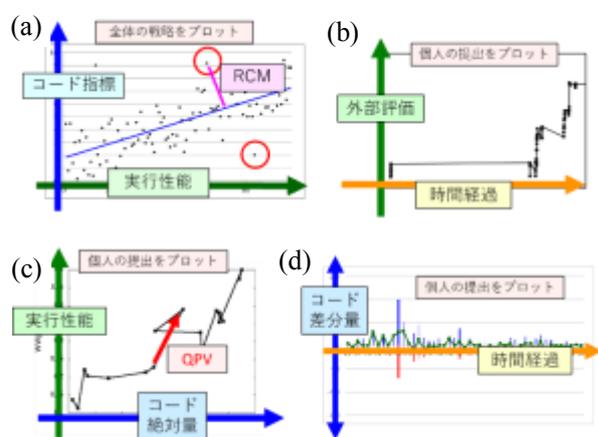


図 2 コード指標と実行性能の視覚化