

ポーカー戦略を題材とする応用 C 演習の大会運営サーバにおける 解答コードのメトリクスの提示機能

玄馬史也[†]富永浩之[†]香川大学[‡]香川大学[‡]

1. はじめに

近年、学習者の興味と意欲を高めるため、プログラミング実習の題材にパズルやゲームが取り上げられている。本研究では、カードゲームのポーカーの戦略を題材とする応用 C 演習を提案している[1]。ポーカーは、5枚の手札で9種類の手役の1つを作る。手札から不要な1枚を捨て、山札からの1枚と交換し、制限回数までに高い手役を作る。本提案の課題では、プログラミングの難度に応じて、手役の配点を与えておく。十分にシャッフルされた1つの山札でテキスを繰り返し、作った手役の合計点を素点とする。テキスごとの傾斜掛率で重付けして集計とする。ランダムな山札で相当数の平均を得点とする。

2. 大会運営サーバ WinT

個々の戦略プログラムは単独で実行されるが、受講者全体を1つのリーグと捉え、その中での得点を競う。その支援として、大会運営サーバ WinT を運用する。学生は、配布された実行環境の下、各自のローカル PC 上で戦略プログラムを作成する。WinT は、作成された戦略のソースコードの提出を受け付け、サーバ側でゲームを実行する。サーバ側では、予め 10000 個の山札リストを用意しておき、全ての戦略に対し、この山札リストで実行する。

提出の反映として、得点や順位を個人および全員に公開する。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。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。締切時に、提出された各自の戦略のうち、最高得点となる最良戦略を最終結果とし、成績に反映する。

3. コードメトリクスに基づく回帰的指標

本演習では、戦略の平均得点を、プログラムの外部評価として用いている。しかし、得点が高い戦略が、必ずしも質の良いソースコードとは限らない。コーディング書法として、効率的でない、可読性が低い、構造化が不十分である、

などの不適切なコードが存在することがある。そこで、コードの内部評価を定量的かつ自動的に行う手法として、コードメトリクス(CM)に着目する[2]。

本研究では、4つのCMとして、コード量に関してファイルサイズ、冗長性に関して制御構文の条件数と圧縮率、構造化に関して関数の定義数を採用している。分析の予備処理として、コメントや空白行は削除している。また、マクロなどプリプロセッサの影響を排除するため、プリコンパイルしたコードを用いる。圧縮率は、学生のコードをZIPで圧縮したファイルのサイズを、例示したテンプレートを合わせたファイルのサイズで割った値である。

効果的な演習支援のためには、これらの傾向を大会中にフィードバックさせることが重要である。しかし、個々のCMの値については、実装しようとする戦略の質と量に大きく左右され、絶対的な評価は難しい。しかし、外部評価である得点との相関性をみれば、特異なコードの指摘に有用であると考えられる。そこで、各CMにおいて、得点との散布図を作成し、回帰直線を求めて相関係数とともに図示したSMP(Scatter Metrics Plot)を実装する。さらに、各点と回帰直線との距離を標準偏差で割って標準化した回帰的指標RCM(Regressive Code Metrics)を導入する。回帰直線上にあれば、RCMの値は0となる。RCMの絶対値が大きいと、得点の割に「特異な」コードであると判断される。

4. コードメトリクスの学生側への提示機能

本演習では、予備大会の期間中、大量の戦略コードが提出される。全ての戦略コードを教員が確認し、個別に指導をするのは現実的ではない。そこで、戦略コードを提出するごとに、各学生の戦略コードに対するSMP上のプロット位置とRCMを通知する(図1)。学生は、これにより、特異なコードや効果が薄いコードに気付き、修正に向かわせる。教師側でもSMPとRCMの表示を行い、特異なコードを早めに見つけて、個別の指導を素早く行えるようにする。

その他に追加した機能として、自分との比較として、進捗状況の表示を取り入れた。対戦で

Presentation Functions of Software Metrics of Answer Codes in a Contest Management Server for a Programming Exercise with Card-Game Strategy

[†]Fumiya GEMBA, Kagawa University

[‡]Hirofumi TOMINAGA, Kagawa University

はないので、提出の時期によっては、順位表示が効果的でない。具体的には、自身の得点の推移グラフを表示することで、学習意欲を高めさせる(図 2)。また、達成度によってランクを表示し、自分の中での短期的な目標として用いる。

5. 教師側の実施監視ページにおける CM

教師側の各種ページについて、CM に関する機能と GUI を述べる。順位表示ページでは、各プレイヤーの最良戦略のランキングを閲覧する(図 3)。タブを切り換えることで、全戦略のランキングも閲覧できる(図 4)。学生側と違い、学籍番号や学生の本名を閲覧できる。他にも、最終提出日、得点、4 つの RCM を表示する。未提出者の行は赤色で強調される。表については、任意の列でソート可能である。学籍番号はリンクで、プレイヤー詳細ページへ飛ぶ。

プレイヤー詳細ページでは、適当なプレイヤーの過去の戦略一覧を表示する(図 5)。ページ上部には、得点の推移グラフがある。表には、提出日時や 4 つの RCM を表示しており、ソート可能である。各行のボタンを押すと、各戦略のソースコードを閲覧できる。最良戦略だけは、ページ最上部に別個にボタンを用意している。戦略番号はリンクで、教師側の戦略詳細ページへ飛ぶ。

戦略詳細ページは、学生用と同様である。違いは、戦略コードを閲覧できることと、SMP における各プロットが誰か特定できることである。戦略分析ページでは、4 つの SMP とその RCM のヒストグラムを表示する(図 6)。ヒストグラムは、横軸を偏差値としている。通常の値は 0~100 だが、本研究では、-50~50 にシフトさせている。

6. AdLint の利用による新たな CM の導入

コード品質のより精緻な分析のため、新たな CM の導入を検討している。ここで、C プログラムを対象とする静的解析ツール AdLint を利用する[3]。AdLint は、対象となるコードを一部実行し、「抽象インタプリタにより、プログラムの意味を解釈して、問題の可能性をチェック」するものである[4]。動的解析ツールのように、完全な実行は行わないが、構文解析や字句解析より、詳細な分析が行える。特に、全ての実行パスを高速に解析できることが大きな特徴である。

コードの量に関しては、文(ステートメント)の数、関数定義の数などがある。関数単位では、文の数、物理行数、引数の数、呼出の数、ネスト数、静的パス数、経路複雑度などが計測できる。これらは、その総和または関数での平均を求めることで、他のコードと比較できる。その際、他人のコードとの共時的な比較だけでなく、各個人のコードを通時的に比較し、更新の動向

を推測することも有効と思われる。

現在は、ABC サイズという CM に着目している。メソッド毎の変数への代入(Assignment)、メソッド呼出(Branch)、条件文(Condition)の数から算出されるものである。この値が一定以上であれば、そのメソッドは複雑であると判断できる。

7. おわりに

ポーカーの戦略プログラミングを題材とする C 言語の応用演習を提案している。提出された戦略コードの実行結果を公開する大会運営サーバ WinT を開発し、授業で運用している。得点推移グラフの表示、理想得点に対する達成度でのプログラムの外部評価の精密化、CM に基づいた RCM と SMP による内部評価の導入を実現した。

現状では、SMP と RCM の意図が受講者に十分には伝わっていなかった。今後の課題として、静的解析ツール AdLint などを用いて、より適切なコードメトリクスを選択を検討する。これらの指標を、コーディングの進捗状況の把握や個人傾向の推定にも応用する。さらに、受講者への効果的なフィードバックの手法を実現する。

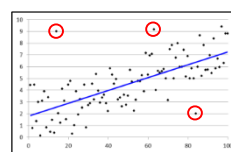


図 1 SMP

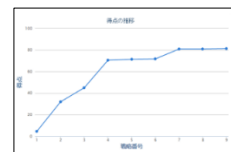


図 2 得点推移



図 3 プレイヤーの順位表示

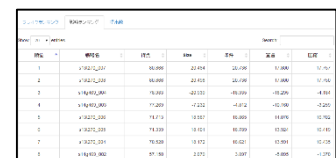


図 4 戦略の順位表示



図 5 プレイヤー詳細ページ



図 6 戦略分析ページ

参考文献

- 1) 玄馬史也, 吉田亜未, 大川昌寛, 山田航平, 富永浩之: カードゲーム戦略を題材としたプログラミング演習支援 - 最終大会の提出コードの特徴分析 -, 信学技報, Vol.114, No.121, pp.17-22 (2014).
- 2) 玄馬史也, 富永浩之: ポーカー戦略を題材とする応用 C プログラム演習の支援と実践 - 大会運営サーバ WinT の提出状況とコード比較の機能の追加 -, 情処研報, Vol.2014-CE-128, No.9, pp.1-6 (2015).
- 3) 矢野尾裕, AdLint, <http://adlint.sourceforge.net/>.
- 4) オブジェクトの広場, 静的解析ツール AdLint, <https://www.ogis-ri.co.jp/otc/hiroba/technical/AdLint/>.