

# プログラミング演習の誤答分類による適応的アドバイスの提示

情報科学科 新川 綾子

指導教員：山本 晋一郎

## 1 はじめに

e-learning 環境におけるプログラミング演習について考える。プログラムの正誤を判定する際、その種類として以下の場合が考えられる。

- 正解 構文・テスト・実装ともに要求通りの解答  
 誤 A 構文上の不正など、コンパイラが検出する誤り  
 誤 B 問題の要求と異なる計算をする誤り  
 誤 C 入出力は正しいが、問題の要求と実装が異なる誤り

B の誤りにおいて、学習者を正解に導くためには学習者にステップ実行で確認させたり、設計や実装の誤りを目視で探させる、ないし指導者がそれを行わなければならない、それぞれの学習者の誤りに対して適切に指導することや、同じ誤りに対し同じ指導を繰り返すことは大きな労力を必要とする。

本論文では、B の誤答に対して適切に指導するための指導者に対する支援方法を考える。

## 2 提案手法

B の場合の誤答には、問題ごとに誤答の種類があると考えられる。種類があることにより、指導者の労力を軽減できると考える。この種類を発見するために分類器と学習データを用意する。

学習データは問題に対する具体的な解答であり、分類を正しく行うために前年度までの十分な数の学習データを準備する必要がある。指導者は、学習データを適切に分類できるテストケースとを与え分類を行う。また、分類されたパターンそれぞれに対して適切なアドバイスを作成する。

新たな学習者が次にこの問題に対して誤答を提出したとき、この分類パターンと対応付けられたアドバイスを使い、適切なアドバイスが提示される。正解・不正解の判定のみが返される従来の演習に比べ、学習効果の向上が期待できる。

本論文では、誤りに対して一般的なメッセージを提示するのではなく、問題ごとに誤りの種類に応じてアドバイスを提示することを適応的と称す。また分類不可能な場合や適切なアドバイスが決まらない場合でも、さらに多くの誤答が入力されることで改善できる点は一般的な意味で適応的であると言える。

### 2.1 実験

2014 年度前期に開講されたプログラミング入門において実施された演習問題の誤答を利用して実験を行った。解答データ 38,876 件、内不正解が 32,666 件、この中で場合 B の誤答は 2,961 件であった。

以下の問題を例にして分類結果を示す。

問題

与えられた数が 100 より大きい場合は 50 引き  
 そうでない場合はそのまま返す関数 'smallify' を作れ

この問題に対する全解答 616 件中、不正解が 409 件、うち場合 B の誤答は 57 件あり、15 のグループに分けることができた。表 1 にテストケースと正解・15 グループ中のある誤答パターン a の出力について示す。

表 1 テストケース・正解・誤答パターン a の出力

テストケース	正解出力	誤答パターン a の出力
smallify 200	150	200
smallify 5	5	-45
smallify 100	100	50
smallify 101	51	101
smallify 51	51	1

表 1 より、誤答パターン a は 100 より大きい値はそのまま返し、100 以下の値に-50 していると分かる。この場合学生は「if 文など分岐する書き方は分かっているが条件文などが間違えている」と推測でき、以下の様なアドバイスを提示することが学生にとって有益である。

誤答パターン a に対するアドバイスの例

100 より大きい数をそのまま出力し、100 以下の数に対して-50 をしています。  
 条件文に注目してみましょう。

実験に利用した演習問題は Haskell 言語を対象としていたが、提案手法は対象に制約はない。ただし出題形式として、テストデータの入力に対して結果が機械的に比較可能なプログラムに限る。よって GUI プログラムなどの実行結果が単純でない問題には対応していない。

## 3 評価

本研究の評価として以下の 2 つが考えられる。

- テストケースが分類にふさわしいか
- 誤答分類に利用しなかったデータを正しく分類できるか

前者は個々の問題に対して主観的に考えるしかない。また後者は新しいデータが十分な量を確保出来ていないため、来年度の実験データを利用して実験する予定である。

### 3.1 提案手法の限界

提案手法はテストケースが予め予告されている問題に対しては、学習者が誤答 C の解答を容易に作成出来てしまうため、正しく動作しない。しかしテストケースを一部非公開にすることや、ランダムテストを用意することでそのような解答を排除出来るようになる。

## 4 おわりに

本論文は学習データを分類し、アドバイスを対応付けることによって、B の場合の誤答を適応的に分類する手法を提案した。これにより、指導者は個々の学習者に対してアドバイスをする労力が軽減する。

提案手法が学習者に適応的なアドバイスを提示しているか評価を行うには、実際に利用者にアンケートをとる必要がある。これも、来年度の授業実施時に行う予定である。