

大学でのプログラミング教育のためのオンラインコンパイラの 学習ログ及び学習過程の分析機能の検討

Examining Learning Log and Process Analyzer of Online Compiler for Programming Education in University

大下 昌紀^{*1}, 森田 浩平^{*1}, 松本 慎平^{*1}

Masaki OSHITA^{*1}, Kohei MORITA^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*1}

^{*1} 広島工業大学情報学部

^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology.

Email: {b214040, b214205, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし: 著者らはこれまで、大学におけるプログラミング教育に関する問題の解決に資することができ、大学生が受ける授業で手軽に利用可能なオンラインコンパイラ Amadeus を開発している。Amadeus は、既存のオンラインコンパイラでは実装されていない機能として、デバッグ機能、コーディング過程の自動記録機能、オンラインジャッジメント機能を有している。現在、Amadeus に対して学習ログアナライザの実装を検討している。そこで本稿では、Amadeus を用いてプログラミング初学者に対してプログラミング演習を行い、その演習を通じて得られた学習者のコーディングログ及び学習過程を分析することで、学習ログアナライザに必要な機能を検討することを目的とする。

キーワード: プログラミング, Web, 開発環境, オンラインコンパイラ, 学習ログ

1. はじめに

大学でのプログラミング教育を充実させるためには、プログラミングを特に不得意とする学習者が、いつ、なぜその習得を諦めるのかを調べることが可能な仕組みを構築する必要があると考えられる。

上記の問題を解決するため、大学生が受ける授業で手軽に利用可能なオンラインコンパイラである Amadeus の開発が進められている⁽¹⁾。Amadeus は、複数のプログラミング言語でのコンパイル及び実行環境を提供することができ、加えて、学習者は、Web ブラウザのみがあればプログラミングを学習できる。学習を促進するために、Amadeus は、構文の強調表示、タブ補完、自動コード補完などの機能を提供できる。さらに、既存のオンラインコンパイラでは実装されていない機能として、デバッグ機能、コーディング過程の自動記録機能、オンラインジャッジメント機能が Amadeus には用意されている。

Amadeus のコーディング過程の自動記録機能では、各学習者の全てのコーディングプロセスを記録し、加えて、学習者の操作ログデータを文字単位で取得できる。教授者は、記録されたログデータを参照することにより、学習者がどのように考えているかを推察するだけでなく、課題を完了させるまでの過程を詳細に知ることができる。ただし、現在の段階では、コードのログはデータベースに記録されるだけであり、学習ログやコーディング過程を視覚的に提示可能なアナライザは実装されていない。そこで本稿では、Amadeus を用いてプログラミング初学者に対してプログラミング演習を行い、その演習を通じて得られた学習者のコーディングログ及び学習過程を分析することで、学習ログアナライザに必要な機能を検討することを目的とする。

2. Amadeus

これまで、Personal Programming Process(以降、PSP)の測定と改善の枠組みのもとで、さまざまな種類の PSP が開発されてきた⁽²⁾。教育分野で利用できる一般的な PSP の機能は、Amadeus と同様である。しかし、Amadeus のように、API と多言語機能を備えた PSP は、本研究の調査の限りでは確認されていない。

Amadeus の外観を図 1 に示す。Amadeus は、以下のフレームワークによって実装されている。

- ✓ Django REST Framework 3.3.3
- ✓ NodeJS 4.2.6
- ✓ Vuejs 1.0.24
- ✓ Electron 1.3.8

Amadeus の動作環境は次のとおりである。

- ✓ CPU: Intel Core i7-4770K CPU @ 3.40GHz 4core
- ✓ RAM: DDR3 PC3-12800 32GB
- ✓ HDD: 3TB 7200rpm キャッシュ 64MB

Amadeus には主に以下の機能や特徴がある。

- ✓ 多言語対応
- ✓ 高機能エディタと入力イベントのロギング
- ✓ オンラインジャッジ
- ✓ 簡易デバッグ
- ✓ モニタリングとコミュニケーション

Amadeus をプログラミング講義に組み込むことで、環境を構築する時間を取らずに学習することができ、オンラインジャッジメントでは、問題の提示と自動採点ができる。Amadeus の他の機能として、学習者は、ファイル管理、シェル機能を利用できる。Amadeus は、ソフトウェア開発者のためのサービスとして、開発者が Amadeus の機能をすばやく拡張可



図1 Amadeusの外観(オンラインジャッジメント)



図2 モニタリング機能の外観

能とする RESTful API を提供する。Amadeus は、プログラミングを不得意とする学習者にとっても使いやすい機能を提供しながら、かつ、彼らがプログラミングを不得意とする理由を明らかにするために十分に貢献できると考えている。

3. 分析結果

プログラミングを不得意とする学習者 21 名を対象に、Amadeus を用いて半期に渡って演習を実施した。問題数は、44 問である。なお、Amadeus を用いた演習自体については、学生と教授者の両方から高い評価を得ることができている。演習で提示した前問題の中から、学習ログアナライザに必要な機能を検討するために、以下の問題を例に分析結果の一部を紹介する。

- 縦 a 横 b の整数をキーボードで入力し、長方形の面積と周の長さを求めるプログラムを作成せよ。

演習方法として、各学習者に毎回 2 問から 3 問ずつ問題を提示し、1 コマの時間内に課題を終わらせることを目標に演習に取り組んでもらった。教授者は学習者が困った場合、サポートするにとどめ、各学習者自身で考えてプログラムを開発させた。図 2 に示すモニタリング機能のこの演習から、どういった学習者がどういった記述でコンパイルを行っているかどうかの概要を把握できるため、自動的にコードを処理して間違いの傾向を集計し、アナライザ開発へ有益となる知見の収集、分析を行った。

分析の結果、プログラミングを不得意とする学習者のメンタルモデルの構築の様子を確認できた。ここで、メンタルモデルが構築されているとは、構文ミスから、自分の知識の間違いに気付いて知識を修

正し再構築できた、つまり、同じ間違いを続けなかった場合を言う。例示の問題において、ある学生 A は、当初、代入文の記述を $a * b = menseki$; や $a * a * b * b = nagasa$; と間違えた。学生 A は何度か同様の間違いを行った後、コンパイル可能な代入文記述を見出した。以降、学生 A は、代入文について同様のパターンで間違えることはなかった。これは、学生 A は代入演算子に関する知識を獲得した後にメンタルモデルの再構築に成功した事例を表していると考えられる。反対にメンタルモデルが構築されなかった例を挙げる。先ほどと同様の問題において、学生 B は、`int` 型で変数を宣言すべき所を `float` と記述していた。その後、学生 B は何度か同様の間違いを犯したのち、ある時点で、コンパイルを通せる記述を発見した。それに関わらず、これ以降、学生 B は同様にデータ型に関して記述を何度も間違えていた。このことはすなわち、コンパイルを通せたのは、学生が参考にしてた資料のパターンをそのまま当てはめ試行錯誤的に記述した結果であり、メンタルモデルの再構築を行っていない事例ではないかと考えられる。ここに述べたような両者の差を教授者に直感的に伝えられるような視覚的アナライザの実装が有効ではないかと考えられる。たとえば、学習者が過去間違えた記述をデータベースに記録しておき、その間違いの出現頻度を学習者ごとに時系列で示す機能などが考えられる。

4. おわりに

本稿では、プログラミング初学者に対して Amadeus を用いたプログラミング演習を行い、その演習を通じて得られた学習者のコーディングログ及び学習過程を分析することで、学習ログアナライザに必要な機能を検討した。Amadeus を用いた演習については、学生と教授者の両方から高い評価を得ることができた。分析結果の詳細については、当日報告において明らかにする予定である。今後は、学習アナライザを実際に実装し、教授者からの主観評価を得ること、学習者のメンタルモデルの再構築に有効に働いたかどうかを評価する予定である。

謝辞

本研究は、独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)16K01147, 17K01164)の助成を受けて実施した成果の一部である。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- (1) K. Morita, S. Matsumoto, Developing a Cloud-Based Programming Learning Support Tool - Aiming to the Most Accessible Development Environment for University Students -, Proc. of AROB 22nd 2017, GS6-2, pp.143-146 (2017).
- (2) W. Humphrey: Introduction to the Personal Software Process, SEI Series in Software Engineering, Addison-Wesley Professional (1997)