

プログラミング演習における WEB エディタを用いた 細粒度分析の試み

榎原 絵里奈^{1,a)} 井垣 宏^{2,b)} 藤原 賢二^{3,c)}

概要：プログラミング演習において、教員は各学生の進捗や理解度に応じた教育を施すことが求められるが、その実現は容易ではない。このような問題の解決法の一つとして、近年 LA (Learning Analytic) による支援や、LA の一環である EDM (Educational Data Mining) による支援が注目されている。LA や EDM は、教育現場における教員・学生の様々なログを取得し分析することで、学習・教育の促進や学習効果の向上に繋げる方法論を指す。本研究ではプログラミング演習における細粒度なログに着目し、細粒度ログの取得・分析を目的としたプログラミング環境について提案する。

1. はじめに

多くの情報系学部・学科を有する高等教育機関において、プログラミング演習と呼ばれる授業が開講されている。プログラミング演習時、教員・TA は各学生の課題の進捗状況を正しく把握し、各学生の進捗や理解度に応じた適切なアドバイス・フィードバックを行うことが望まれる。しかしながら、通常のプログラミング演習は 1 クラス 1 学科にあたる数 10 名から 100 名ほどの学生と、少数の教員・TA で構成されるため、教員・TA が各学生の進捗を把握することや、各学生の課題を解くにあたって行われた試行錯誤を把握することは容易ではない。

本研究では少数の教員・TA でも、より質の高いプログラミング演習を提供することを目指し、プログラミング演習における学生の振る舞いを細粒度で収集するためのプログラミング環境を提案する。提案するプログラミング環境の概要を述べた上で、取得可能なデータについて示す。

2. 関連研究

主に e-class や MOOCs (Massive Open Online Courses) のようなオンライン学習の現場において、LA (Learning

Analytic) による支援や、LA の一環である EDM (Educational Data Mining) による支援が注目されている。緒方は LA を「情報通信技術を用いて、教員や学生からどのような情報を獲得して、どのように分析・フィードバックをすれば、どのように学習・教育が促進されるか、を研究する分野」と述べている [1]。

国内大学における LA・EDM の事例として、緒方は九州大学において、講義で使用するデジタル教材の使用履歴、講義の出席、アンケートや成績などのデータを包括的かつ大規模に収集し、講義の改善に取り組んでいる [1]。プログラミング演習においても、各学生のエラー解決時間や課題達成数から最終成績を予測し、優先的にアドバイスが必要な学生を早期に発見するための研究 [2] や、各学生の成果物を基にフィードバックを自動で生成し、教員側へ提示するシステムの開発 [3] なども行われている。

本研究では既存研究よりもさらにマイクロなデータに着目する。例えば、ソースコードの変更は 1 文字単位、さらにソースコードをいつどのタイミングで保存・コンパイル・実行したかなどの情報を細かに取得し、各学生の習熟度や理解度に応じたプログラミング学習環境の構築を目指す。

3. 提案ツール

本研究において支援対象とするプログラミング演習は、学部 1, 2 年時に受講するようなプログラミングの入門を目的とした演習である。殆どの課題が入出力を伴うコンソールアプリケーションの開発を対象とし、課題の規模は数十行で終わるものと想定する。さらに、近年 BYOD (Bring Your Own Device) を取り入れる機関が増えていることや、自学自習時に演習室と異なる OS 環境でもプログラミング

¹ 同志社大学
1-3, Tatara-miyakodani, Kyotanabe-shi, Kyoto, 610-0394, Japan

² 大阪工業大学
1-79-1 Kitayama, Hirakata-shi, Osaka 573-0196, Japan

³ 豊田工業高等専門学校
2-1 Eisei-cho, Toyota-shi, Aichi, 471-8525, Japan

a) emakihar@mail.doshisha.ac.jp

b) hiroshi.igaki@oit.ac.jp

c) fujiwara@toyota-ct.ac.jp

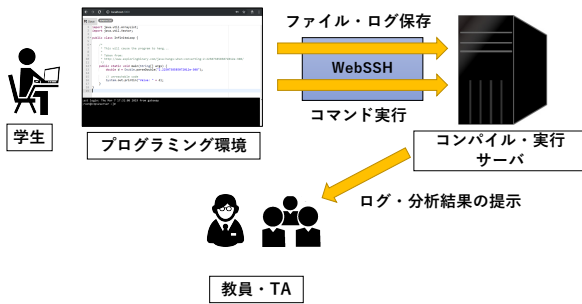


図 1 提案システムの概要

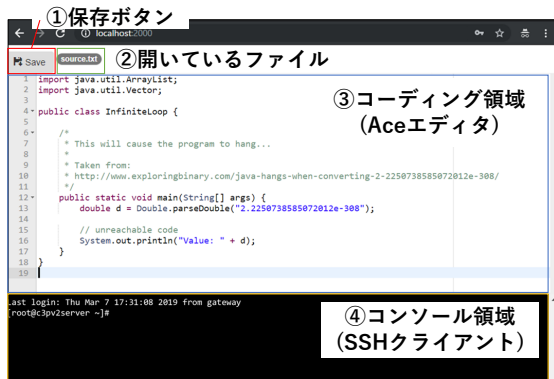


図 2 提案ツールによるコーディング画面

を行ってもらうことを考慮し、WEB ブラウザ上で動作するプログラミング環境を提案する。

提案するシステムの概要を図 1 に、提案ツールによるコーディング画面を図 2 に示す。以下、提案環境の概要および収集可能なデータ、データの活用に関して述べる。

3.1 提案環境におけるアーキテクチャ

提案するシステムは、(1)Web ブラウザ上におけるプログラミング環境、(2) サーバにおけるコンパイル・実行環境、そして (3)WebSSH によるブラウザ・サーバ間 SSH 通信によって成り立つ。

プログラミング環境では、学生はコンソール領域においてコマンドを用いることで新規ファイルの作成、開くファイルの選択、ファイルのコンパイル・実行コマンドの入力が可能である。選択されたファイルはコーディング領域における Ace エディタ*1 にロードされ、Save ボタンを押すことで上書き保存が可能である。

サーバにはプログラムの実行に必要な諸ツールがインストールされており、コンソール領域におけるコマンド入力を通しファイルの諸操作が可能である。また、後述する各領域における取得可能なデータもサーバに保存される。

プログラミング環境において作成・修正されたソースコードは、WebSSH*2 によってサーバへ送信される。WebSSH はブラウザから SSH 通信を可能とする Web アプリケー

*1 <https://ace.c9.io/>

*2 <https://github.com/huashengdun/webssh>

ションである。

以下にサーバおよびプログラミング環境において取得可能なデータを示す。

サーバ: ユーザ名、ログイン情報、ファイル操作履歴、コンパイル・実行結果、SSH クライアント上でのコマンド実行履歴など

プログラミング環境: キーボード操作履歴、保存時およびキーボード入力時のソースコードのスナップショット、1 つ前のスナップショットとの差分 (挿入、削除、変更された文字・文字列)、ファイルの編集履歴など

3.2 データの活用

我々は先行研究において、学生のコーディング履歴をもとに講義に相対的に遅れている学生の特定 [4] や、学生の行き詰まり、試行錯誤の検出・評価 [5], [6] を行ってきた。細粒度なデータを取り入れることで、入出力の文字のゆらぎを考慮した躓き・試行錯誤の特定が可能になるだけでなく、各学生の躓く箇所の予測、採点やヒント・フィードバックの自動化、スキル評価などにも繋がると考える。

4. おわりに

プログラミング演習において学生のプログラミングに関わる振る舞いを細粒度に取得するシステムを提案した。今後は取得できるデータをより多く細かく分けるとともに、取得されたデータの活用に関しても、議論を交えより具体的に検討していきたい。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 17K00500, 19K14337 の助成を受けた。

参考文献

- [1] 緒方宏明: 大学教育におけるラーニング・アナリティクスの導入と研究, 日本教育工学会論文誌, Vol. 41, No. 3, pp. 221-231(2017)
- [2] Toshiyasu Kato, Yasushi Kambayashi, Yuki Terawaki, Yasushi Kodama: Estimating Grades from Students' Behaviors in Programming Exercises using Machine Learning, Learning Analytics & Knowledge Conference(2018)
- [3] Angelo Kyrilov: Using Case-Based Reasoning to Improve the Quality of Feedback Provided by Automated Assessment Systems for Programming Exercises, In Proceedings of the 9th International Conference on Educational Data Mining, pp. 669-671(2016)
- [4] 井垣 宏, 齊藤 俊, 井上 亮文, 中村 亮太, 楠本 真二: プログラミング演習における進捗状況把握のためのコーディング過程可視化システム C3PV の提案, 情報処理学会論文誌, Vol. 54, No. 1, pp. 330-339(2013)
- [5] 藤原 賢二, 上村 恭平, 井垣 宏, 吉田 則裕, 伏田 享平, 玉田 春昭, 楠本 真二, 飯田 元: スナップショットを用いたプログラミング演習における行き詰まり箇所の特定, コンピュータソフトウェア, Vol.35, No.1, pp.3-13(2018)
- [6] 槇原 絵里奈, 井垣 宏, 吉田 則裕, 藤原 賢二, 飯田 元: プログラミング演習における探索的プログラミング行動の自動検出手法の提案, コンピュータソフトウェア, Vol. 35, No. 1, pp. 110-116(2018)