

Web上で利用可能なプログラミング演習システムの ログデータを活用した演習状況の可視化システムの開発と運用

宇野 健†

県立広島大学 経営情報学部†

1. はじめに

情報教育の一つとして、プログラミング演習が多くの大学で行われているが、教員一人当たりの受講者数が多く、十分な対応ができないという問題がある。また、分からない箇所があったとしても挙手による積極的な質問をしない受講者もあり、受講者間で学習進度や理解度に開きが出ることもある。

このような問題を解決するために、教員がクラスの受講者個人の演習の進行をチェックするシステムが開発されている[1][2][3]。これにより、教員の対応を必要とする受講者を早期に効率良く検出することが可能となる。

しかし、先行研究ではあらかじめ決められたソースのみの対応や、実行時エラーに対応したものはほとんどない。

そこで、これらの問題を解決するために、まず Web ブラウザで利用可能な C 言語演習システムを開発する。そして、その演習ログデータを用いた、クラス全体の演習状況をリアルタイムに可視化する、演習状況可視化システムを開発する。これにより自由なソース記述による実行時エラーの把握を可能とし、演習が遅れている受講者、手が止まっている受講者への迅速な対応を目的とする。

2. システムの概要

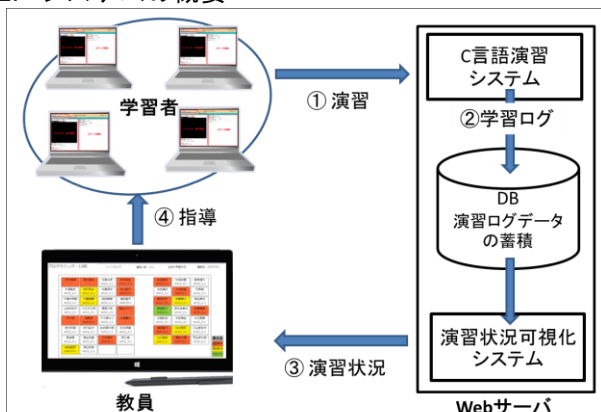


Fig.1 本システムの概要図

Development of an exercise status visualization system using log data of a programming exercise system available on the Web

†Takeshi UNO

†Faculty of Management and Information Systems, Prefectural University of Hiroshima

本システムは、C言語のコンパイル・実行を Web 上で実行可能な C 言語演習システムと、その演習ログを用いた演習状況の可視化システムから成る。受講者がプログラミング演習を行うと、ソースやタイプ数、入力行数、コンパイルエラー、実行時エラーなどの演習ログデータを蓄積する (Fig.1 ①, ②)。演習状況可視化システムは、この演習ログデータを数秒ごとに非同期で取得し、教員のタブレット端末上でクラスの受講者の演習状況を表示する (Fig.1 ③)。これにより、リアルタイムに学生の進捗状況を把握することが可能となる。

3. C 言語演習システムの開発

本システムの開発は、初学者の自学習促進、及び定量的な学習ログデータの収集を目的として行った。エディタとコンパイラを一つの画面に統合した C 言語演習システム (以下、演習システム) (Fig.2) と、学習記録を集計し、学習状況を評価して表示するフィードバックシステム (以下、FB システム) から構成される。

演習システム上でのコンパイルは、Ajax による非同期通信を用いて、サーバに設置した gcc で行う。コンパイルしたソースプログラムの実行は、PHP によるエミュレータを開発した。これにより、Web ブラウザ上で標準入力の入力待ちを含むプログラムの実行を可能とした。

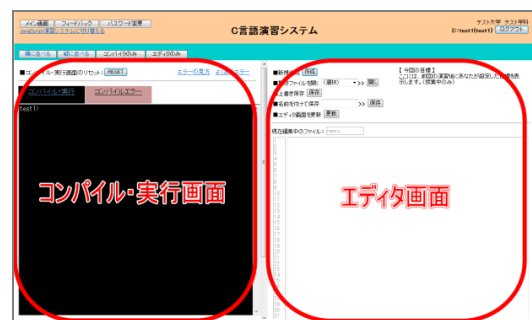


Fig.2 演習システムのインターフェース

演習システムとともに開発した FB システムは、授業中及び授業時間外の学習状況を 5 段階で評価し、受講者と教員にフィードバックする。評価には課題達成率と操作得点 (ファイルの保存、コンパイル、実行の回数) を用い、受講者や教員がシステムにアクセスした時点での学習記録をリアルタイムに集計することが可能である。

これにより、受講者は学習の結果だけでなく、学習の

過程の評価によるモチベーションの向上が期待できる。また、教員は、受講者個別の進捗状況や、躓く箇所などの把握が容易となる。

4. 演習状況の可視化システムの開発

本システムは、演習の遅れがみられる受講者を早期に特定・対応するために、タブレット端末での運用を想定した。しかし、タブレット端末は画面が小さく、詳細なデータを大量に表示すると、対応すべき受講者の発見に時間がかかる。そこで、これらの問題を解決するために、以下の3つの機能を開発した。

(1)演習状況可視化インターフェース

演習中の学生の状態の把握と、それに対する迅速な対応を行うことを可能とするため、実際の演習室を模したシートマップを構築し、視覚的に演習状況を表示するようにした (Fig.3)。

演習室のレイアウトや受講者のユーザ情報は、事前にシステムに登録する。受講者が C 言語演習システムにログインすると、受講者 ID と PC のローカル IP アドレスを紐づけ、シートマップを生成する。ローカル IP の取得には、WebRTC を利用した。



Fig.3 シートマップ形式のインターフェース

状態表示はシートマップ形式のほか、受講者の詳細な演習状況を一覧で見えるために、演習状況のリスト形式でも可能としている。

(2)受講者の状態判定機能

本システムは、演習の進捗が芳しくない受講者を素早く特定することを目的としている。そのため、受講者の状態判定機能を開発した。まず、C 言語演習システムの演習ログデータから、取得した受講者の課題達成率、総行数、タイプ数、コンパイルエラー、実行時エラーなどを 10 秒おきに取得する。これらを元に、システムが、ほぼリアルタイムに受講者の状態を判定する。そして、その結果に応じ、シートマップ上の対象の受講者の座席の色を変化させ、教員に提示する。

演習が遅れている受講者は、進捗を示す課題達成率、総行数の偏差値を求めることで特定し、受講者の座席を赤色で表示する。手が止まっている受講者の特定は、単

位時間のタイプ数が閾値を下回る、もしくは、エラー継続時間が 5 分以上である場合とし、受講者の座席を黄色で表示するようにした。

(3)ツールチップによる受講者個別の進捗表示機能

本システムで用いるタブレット端末は、一般的にディスプレイが小さい。そのため、シートマップに表示するデータが少なくなるか、もしくは文字が小さくなるため、受講者個別の進捗確認が難しくなる。そこで、ツールチップを利用してシートマップ上に個人の詳細な演習状況を表示する (Fig.4)。ツールチップとは、対象の項目にポインタを合わせたときに出現するウインドウである。

シートマップ上で対象の受講者の座席にポインタを合わせると、現在の課題達成率やタイプ数、行数、エラーなど、選択した受講者の詳細なデータを表示できる。



Fig.4 ツールチップによる受講者個別の進捗表示

5. まとめ

本論文では、Web 上で利用可能な C 言語演習システムを開発し、その学習ログデータを用いたプログラミング演習状況のリアルタイム可視化システムの開発を行った。本システムは、コンパイルエラーのみでなく、実行時エラーのリアルタイムでの把握を可能とした。また、インターフェースをタブレット端末に最適化することで、各個人の進捗を、巡回しながら把握することができる。これにより、プログラミング演習でつまづいている受講者への、より迅速な対応が可能となることが期待できる。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 (No.18K02903) の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 井垣宏, 齋藤俊, 井上亮文, “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.1-10, 2013
- [2] 高橋功欣, 小島佑介, 北英彦, “プログラミング演習における指導のための受講者のコーディング状況の可視化”, 2011 PC カンファレンス, 2011
- [3] 加藤利康, 石川孝, “プログラミング演習支援システムにおける学習状況把握機能の提案”, 情報処理学会研究報告, Vol.2013-CE-120, No2, pp.1-8, 2013