

プログラミング授業支援システム WOJ の開発

中村 慎司[†] 笥 捷彦早稲田大学大学院基幹理工学研究科情報理工学専攻[†] 早稲田大学 理工学術院[‡]

1. 背景

近年、プログラミング教育のニーズが急増している。政府の成長戦略素案において、「2010年代中に1人1台の情報端末による教育の本格展開に向けた方策を整理」し、「義務教育段階からのプログラミング教育等のIT教育を推進する」と記されている[1]。今後プログラミングの義務教育化が行われ、授業でプログラミングを学ぶ学生数が急増すると考えられる。

プログラミング授業において、プログラミングを行う開発環境の導入で挫折する生徒が多い。その理由として、それぞれの環境に準じた手順を正しく踏まなければならないことが挙げられる。初学者にとって、自分の端末における開発環境の導入手順を知ること、それらをミスなく正しく行うことは非常に難しいのである。

また、学生が提出したプログラムを、1つ1つ正しい挙動をしているか採点する作業は、教員にとって大きな負担となる。その上、学生が開発環境上でのプログラムの挙動と、採点者側でのプログラムの挙動が異なる可能性も大いにある。

そして、学生の学習状況を把握することも難しい。各学生がどのくらいの時間を使い課題に取り組み、どのようなプログラムを作成しているのか、といった情報を得ることは重要である。

2. 目的

本研究では、プログラミングの開発環境、学生が提出したプログラムを自動で採点する自動採点機能、学生の学習状況を詳細に把握するための学習状況把握機能を備えたWOJ(Waseda Online Judge)を提案する。

3. 関連研究

上野ら[2]は、ウェブシステム上にプログラミング開発環境を用意し、教員が学生のプログラ

ムをリアルタイムに閲覧できるようにすることで教員が学生の学習状況を把握できるようにした。

加藤ら[3]も同様にウェブシステム上にプログラミング開発環境を用意し、学生が作成したプログラムのコンパイルエラーの分類、学生の作業履歴の分析などを行うことで学習状況の把握を試みた。

本大学の理工学部1年生の必修科目、「Cプログラミング入門」「Cプログラミング」では、標準入出力、コマンドライン入力、ファイル入出力、複数ファイルで構成されるプログラム、外部のライブラリの関数を利用したプログラムを作成する（以降、これらを基本的なプログラムと呼ぶ）。既存システムの開発環境では、これらのうち標準入出力を利用したプログラムしか実行することができない。

また、学習状況の把握について、近年盛んに研究されていて、この他にも様々な方法が存在する。それぞれが独自の観点から学習状況把握を試みている。しかし、それぞれの手法間の優劣を比較している事例はなく、どの手法を授業で利用するか判断するのは難しい。また、どの手法を採用すべきかは、教員、学生、授業方針などにより異なり得る。例として、上野らの手法は教員に対する学生の人数が少ない時には有効である。しかし、教員の数に対して学生の数が圧倒的に多い場合は、学生の学習状況を把握するのは難しい。

Contest Management System[4]は、競技プログラミングのコンテストにおいて、提出されたプログラムを自動で採点するために、テストケースによる自動採点機能がある。

しかし、自動採点できるプログラムも同様に一部のプログラムの採点しかできない。これらのシステムを授業で利用する場合、教員は出題できる課題の種類が制限されてしまう。

4. 提案システム

基本的なプログラムの開発を行うことができる開発環境を用意することで、学生は自分の端末に開発環境を導入することなく、プログラミ

Development of Programming class support system WOJ

[†] Shinji Nakamura, Department of Computer Science and Engineering, Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University.[‡] Katsuhiko Kakehi, Faculty of Science and Engineering, Waseda University.

ング授業に必要なすべてのプログラムを作成できるようにする。図1にWOJの開発環境を示した。

また、基本的なプログラムの自動採点に対応することで、既存システムを利用した際には課題として出題できなかつた様々な入出力を用いた問題を課すことができる。

そして、プラグインにより機能を拡張できるような枠組みを提供する。これにより、既存の学習状況を把握するための手法の導入や新しい手法の模索などが行える。教員は自分の授業方針や履修生に最適な手法を選び、WOJのプラグインを開発することで、その手法を適用できる。また、新しい手法の模索なども行なえる。

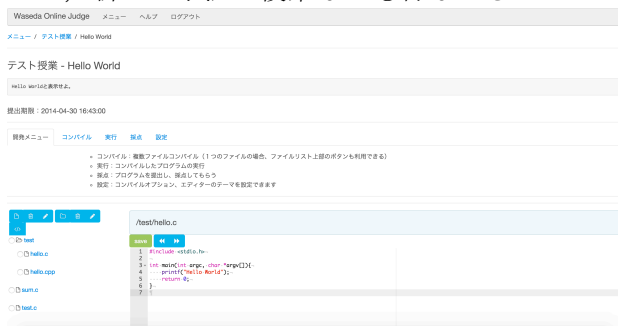


図1 WOJの開発環境

5. 評価実験と考察

提案手法の有用性を示すために比較実験と実用実験を行った。

5.1. 比較実験

既存のシステムと機能の比較を行った。開発環境、自動採点、学習状況の把握という観点から比較を行った。既存システムの中で、基本的なプログラムすべてを開発できるのは本システムだけであった。自動採点についても同様の結果であった。そして、学習状況の把握について、プラグインを開発することで様々な手法を簡単に適用できるのも本システムだけであった。

5.2. 実用実験

本学の基幹理工学部における1年生の必修授業「Cプログラミング入門」において、WOJを学生95名に利用してもらい、アンケートに回答してもらった。(データ集計時の回答者は58名)

自動採点について、37%の学生が「役に立った」、59%が「やや役に立った」と回答した。また、56%の学生がWOJはプログラミング授業において有効である、36%がやや有効であると回答した。

学生の意見として、「ソースコードがサーバ上にある為、どこからでも同様の作業ができるのでとても便利だった」「自分の作ったプログ

ラムが正しいのかどうかを瞬時に判断してくれるので、間違っていたらその場で直すことができるから」「Windowsなど、容易にC言語を使ってプログラムを作動させることが出来ない環境では、WOJはすぐに動かしたり容易に修正が出来るのが大きい」とWOJの有用性を評価する意見が多数見られた。

また、授業内で標準入出力以外の入出力、コマンドライン入力、ファイル入出力、エラー出力を利用する課題を課したが、学生はWOJ上で問題なくプログラムを開発していた。また、自動採点も同様に問題なく採点を行っていた。

5.3. 考察

比較実験結果にて、既存システムと比較することによりWOJの有用性を示すことができた。実用実験では、実際の大学の授業へ導入し利用者へのアンケートを実施した。90%を超える学生が、WOJがプログラミング授業において有効であると回答し、WOJが有用であることを示した。

6. 今後の展望

既存の学習状況を把握する手法を実現するためのプラグインの開発を行いたいと考えている。また、背景で述べたように、プログラミング教育のニーズは今後ますます増加し、義務教育に導入され、初学者の低年齢化が進むと考えられる。WOJは主に初学者を対象としているが、現状では小学生が本システムを利用するのは難しい。なぜなら一般的なプログラミング言語はアルファベットを利用しているからである。小学生がWOJを利用できるようにする一つの方法として、WOJ内で日本語プログラミング言語を利用できるようにすることが挙げられる。日本語でプログラミングができる為、WOJと組み合わせることでプログラミングの学習の敷居を大幅に下げられるのではないだろうか。

参考文献

- [1] 首相官邸ホームページ, <http://www.kantei.go.jp/>
- [2] 上野大貴, 紫合治. "プログラミング学習環境のクラウド化とリモートペアプログラミング" 第76回全国大会講演論文集, 1, 553-555 (2014)
- [3] 加藤, 利康, 孝 石川. "プログラミング演習のための授業支援システムにおける学習状況把握機能の実現." 情報処理学会論文誌 55.8 (2014)
- [4] Maggiolo, S., Mascellani, G., "CMS a Growing Grading System", 8, 123131 (2014).