

プログラム提出システムにおける教員支援のための出題管理機能の作成

Question management function for support of faculty in the program submission system

テーマ：インターネット技術とその応用

指導教員：松本 章代

教養学部 情報科学科

1057216 久慈道 拓馬

1. 研究背景および目的

現在、本学科の2年生を対象としたプログラミング初級の講義では、プログラム提出システムが使われている。これは学生が講義の課題をブラウザからアップロードし、アップロードされたプログラムに対して静的解析・コンパイル・動作検証を行い、結果を即時ブラウザに表示するシステムである。

このシステムのスクリプトは100行以上にもおよぶが、毎週課題に応じて、特定の教員が手作業で修正している。さらに、プログラム提出システムに必要なファイル類も課題のたびに作成する必要がある。これは教員側の大きな負担になる。また、特定の教員しか変更できないということは安定したシステムの運用にも影響を及ぼす。さらに、手作業による修正は書き間違いなどのミスを生じる原因にもなる。このような負担やミスを防ぎ、安定した運用が行えるよう、どの教員でも容易に、今まで特定の教員が作成していた提出システムを自動生成するシステムを作ることが目的である。

2. 関連研究

従来の提出システムや自動生成システムに対する本研究の位置づけについて述べる。

2.1 プログラム課題の提出を支援するシステム

課題の提出システムは、隅谷ら [1] や、榊原ら [2]、栗原 [3]、二谷 [4] など、これまでに多数開発されている。

これら従来の提出システムには、課題の自動チェック機能が含まれているものは少なく、含まれていたとしても、新たな課題に対応させる場合は提出システムのアルゴリズムに対する理解が必要不可欠である。そのため、多くの人が容易に変更できるものではない。

2.2 ソースコード自動生成を目的としたシステム

ソースコードの自動生成ツールとしては、河村らによる自動生成ツール [5] や、山中らによるソースコード生成法 [6] などが存在する。これらの自動生成ツールは、特定の開発を支援するものであり、プログラム提出システムの自動生成は対象としていない。

3. 本研究の位置付け

2.1 節で述べたシステムに対し、本システムは本学科のプログラミング初級で運用されているチェック機能付き提出システムを、どの教員でも容易に自動生成できるようにするシステムである。

2.2 節で述べたシステムに対し、本システムによる

自動生成はプログラム提出システムを対象としており、ソースコードのみではなく、提出システムに必要なすべてのファイル類を自動生成することを目的としている。

4. プログラム提出システム

本システムにより自動生成される、プログラム提出システムについて述べる。現在、本学科のプログラミング初級の講義では、学生は課題プログラムを作成し、ウェブブラウザにアップロードすることで教員へ提出する。

ここで現在、アップロードされたプログラムに対して、課題を満たしているか自動チェックを行うシステムを構築し、運用している。課題の趣旨を満たしていなかった場合は再提出を要求され、満たしていた場合、教員の口頭試問へ進むための整理番号が発行される。予習復習のときはその時点で提出完了となる。

プログラム提出システムを用いたプログラミングの授業の効果は松本ら [7] によって確認されている。

5. システム概要

提出システムの自動生成が本システムの大きな目的である。しかし、プログラミング初級を担当している教員の要望などにより、新たに付け加える機能もある。

5.1 プログラム提出システムの自動生成

ウェブブラウザから課題番号と静的解析や動作検証に関する入力を行うことで、提出システムを自動生成する。入力画面のサンプルを1に示す。入力した課題番号は、自動生成されるファイル名に利用される。その以外の値は課題を正しくクリアしているか判断するために利用される。この処理はそれぞれ、静的解析と動作検証に関する処理に分けられる。

5.1.1 静的解析

静的解析では、検索したい文字列とその文字列の出現回数を記入する。さらに、入力した内容に対して以上か以下、またはイコール(=)を選択し、直後の条件式とのつながりをANDかORで選択する。これにより、学生が提出したプログラムのソースコード内に含まれている文字列を調べるプログラムを自動生成する。

5.1.2 動作検証

動作検証では、入出力値を記入するか正解プログラムをアップロードする。これにより、学生のプログラムの出力結果を確認するプログラムを自動生成する。

入出力値を用いた検証では、記入した入力値を学生の提出したプログラムに送り、その出力結果と記入し

た出力値の値を照合して検証を行う。正解プログラムを利用した検証の場合は、乱数を入力値として、学生の提出したプログラムに送り、その出力結果と正解プログラムの出力結果を照合して検証を行う。

また、出力結果は学生の書き方によってある程度違いが生じる場合がある。この対策として、どの出力箇所を対象にするか・スペースの有無を問わない・大文字小文字を区別しない・正規表現で入力する、という内容をブラウザから選択できるようにした。

5.2 自動生成されるファイル類

本システムを利用することで自動生成されるファイル類は以下のとおりである。

- プログラミング課題の提出画面である HTML
- 提出された課題によって適した出力を返す CGI
- 提出された課題を保管するディレクトリ
- 提出状況を記したログファイル
- その他、整理番号発行やコンパイラに渡す値など、プログラムの実行に必要なファイルやフォルダ
- アップロードされたプログラムなどを教員にメールで送るための Ruby スクリプト
- 教員が学生にメッセージを送るための HTML
- 学生に先生からのメッセージを表示する HTML

5.3 乱数と正解プログラムによる動作検証

乱数と正解プログラムを用いて動作検証の処理を自動で作成する機能を作成する。これまで、動作検証では入出力値をそれぞれ記入し、学生のプログラムの実行結果を記入された値と照合することで正誤を判定していた。これに対し、教員が本システムを利用して課題の正解プログラムをアップロードすることで、乱数を入力値として、学生のプログラムと正解プログラムの出力結果を比較し正誤を判断する機能を作成する。この機能により、正解プログラムをアップロードするだけで、動作検証の処理を自動で作成することができる。

5.4 学生から教員に対するソースコードの確認依頼機能

プログラム提出システムに対する機能の追加として、学生が教員に直接ソースコードを確認してもらう機能を追加した。本来意図していない検証結果により、学生が正しく作成したと考えているプログラムを提出できない場合がある。このような場合の救済措置として、この機能を作成する。

この機能が利用された場合は、教員側にメールとして、学生のプログラムやメッセージなどが送られる。教員は送られてきたプログラムなどを直接確認し、メールに記載してあるリンクから学生に対し、整理番号の発行や必要な連絡を行う。学生は提出画面あるリンクから教員の連絡を見ることができる。

5.5 まとめ

本システムを利用し、去年度のプログラミング初級で使用された提出システムを自動生成した結果、全 39

図 1. 本システムの実行画面

問中 38 問の提出システムを再現できることがわかった。今後は再現することができなかった、「ソースコードの行数を調べる検証」も本システムから自動生成できるようにする。

また、プログラミング初級を担当している教員 3 名に、本システムを利用して提出システムを自動生成してもらっている。教員からの回答が届き次第、その回答をもとに引き続きシステムの改善を行っていく。

参考文献

- [1] 隅谷 考洋, 他 3 名: WWW とメールを用いたレポート提出システムの開発と運用, 情報処理学会研究報告, Vol.2007-CE, No.101, pp. 109-112(2007)
- [2] 榊原 正明, 相原 登史子: Web を利用したレポート提出システム, 鳥取大学工学部研究報告 Vol.34, pp. 45-48(2003)
- [3] 栗原 隆史: GUI を用いた課題提出システムの開発, 日本教育情報学会学会誌 Vol.10, No.2, pp. 37-43(1994)
- [4] 二谷 聡志: 創造工学における演習環境の構築および Web における課題提出システムの作成, 釧路工業高等専門学校紀要第 38 号, pp.77-79(2004)
- [5] 河村 美嗣, 浅見 可津志: UML を入力とするソースコード自動生成ツールの開発, 情報処理学会第 72 回全国大会, 6B-3(2010).
- [6] 山中 弘, 田村直樹: 要求仕様に基づくソフトウェアソースコードの自動生成法, 情報処理学会研究報告, Vol.99, No.28, pp.93-100(1999).
- [7] 松本章代, 他 8 名: 予習・復習に重点をおいた初級プログラミングの授業実施, 教育改革 ICT 戦略大会, A-11 (2013).