

令和 5 年 6 月 27 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K12097

研究課題名（和文）プログラミング学習における指導の支援機能を備えた統合開発環境の開発

研究課題名（英文）Development of Integrated Development Environment with Teaching Support for Programming Learning

研究代表者

大川内 隆朗（OHKAWAUCHI, Takaaki）

日本大学・文理学部・准教授

研究者番号：70548370

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、プログラミング教育の支援を行うために、主に二つの機能の実装を行った。一点目は、学習者のプログラミング過程を記録し、教員がダイジェスト再生し視聴することのできる機能である。同機能により、教員が学生のコーディングについて効率よく指導することが可能となった。二点目は、学習者が書いたプログラム・コードについて自動的にフローチャートを作成し可視化することのできる機能である。同機能により、学習者自身が、コーディングをしながらアルゴリズムをより意識できるようになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究ではプログラミング教育に関する支援を実現するシステムの開発を行った。大学等の学校教育におけるプログラミングの授業では、学生が作成し提出するプログラムの成果物を教員がチェックして指導を行うことが多く、作成過程での指導を行うことが困難である。

本提案システムにおいては、学生がプログラミングを行っている様子を常に記録し、ダイジェスト再生する機能の実装を行った。これにより、教員は各学生がどこで躓いているのか、どのあたりの理解が足りないのか、といったことを個別に効率良く把握することが可能となった。

研究成果の概要（英文）：In this study, I implemented two main functions to support programming education. The first is a function that records the learner's programming process to allow the teacher to watch a digest of the process. This function helps teachers to efficiently instruct students on coding. Second, the system automatically creates a flowchart of the program code written by the learner. This function allows students to be more aware of the algorithm while coding.

研究分野：学習支援システム

キーワード：プログラミング教育 システム開発 可視化 フローチャート

1. 研究開始当初の背景

日本の小学校でのプログラミング教育の必修化が2020年度より始まった。その内容に対する諸外国との差を見てみると、先進国の多くではプログラミング教育が国語や数学などのように独立した科目として設定されていることに対して、日本ではクロスカリキュラムとして設定されている。すなわち、数学などの別の教科の中でプログラミング的な思考の要素を取り入れるように定められている。文部科学省によると、人工知能などの技術の発展により人間の仕事の質が変わる中で、将来どのような職業に就こうとも、その社会で求められる資質能力を身につける必要があるということである。すなわちプログラミング的な思考について、プログラマやエンジニア等を始めとしたICT関係の職に就かずとも、さらには文系・理系を問わず社会で広く求められる知識やスキルとして位置付けている。

学校におけるプログラミング教育の目的を考えたとき、それは1つの素晴らしいプログラムを完成させることではなく、プログラミング的な思考ができるような人間を育成することにある。すなわち、学生が作成したプログラムに対して、教員自身が自ら積極的に手を加えてプログラムの改善や完成を行ってはならない。教員の役割は、学生自らが課題解決のための論理的思考を行い、プログラムを完成させることができるように上手く足場掛けを行うことにある。この指導の構図は、レポートライティングに類似していると申請者は捉えている。レポートライティングの目的も同様に、教員が積極的に手を加えて1つのレポートを良くすることではなく、レポートを1人で書くことができるように、学生の論理的思考力や記述力を育成することにある。

本研究では、従来のプログラミング教育や、アカデミックライティングの知見を取り入れつつ、より効果的なプログラミング指導を実現するための機能についての検討と実装を行う。

2. 研究の目的

プログラミング教育においてもレポートライティングにおいても、良い統合開発環境 (IDE) やエディタがあることは開発効率を上げるために必要ではあるが、教育的側面を考慮すると、指導に特化したような機能が付いていると教育の質は向上すると考えられる。レポートライティングにおいては館野ら(2013)が、指導に特化した機能を持つソフトウェア「レポレコ」の開発を行った。レポレコは、レコーディング機能を持つレポートエディタで、ユーザのレポート執筆中の情報をすべて記録しておくシステムである。具体的には、執筆している箇所、文字を打つペース、執筆の手が大きく止まった箇所、コピーや範囲削除などで一度に内容を大きく変更した箇所について、内容と時間を記録し、後からハイライト再生できる機能を持つ。同システムによって、従来は完成物のレポートしか見る機会の無かった指導者が、執筆者と一緒にハイライト再生を観ながら、「どうしてこのとき手が止まったのか」、「なぜここで段落の順序を入れ替えたのか」といったことを質問できるようになり、成果物のレポートではなく執筆中のプロセスにより着目した指導ができるようになり、指導を受けた学生のレポート執筆能力が向上したという結果が得られている。

本研究での開発システムの設計を検討するうえで、上記のシステム理念をプログラミング教育用のソフトウェアにも応用できると考えた。Scratch、Viscuit、Minecraftのような視覚的なコンピュータ言語、あるいはmicro:bit、Raspberry Pi、Lego Mindstormsのような小型基板のハードウェアを用いたロボットプログラミングなど、学習者の興味・関心を引いたり、視覚的な働きかけによりプログラミングをわかりやすくしたりするためのシステムは複数開発されているが、プログラミングの指導に特化した機能を持つ開発環境は見られない。そこで本研究では、ユーザがプログラミングを最中に、そのコーディングの様子を時間とともに記録しハイライト再生するシステムの開発を行った。

3. 研究の方法

本研究では、プログラミング教育の支援を行うために、主に二つの機能の実装を行った。一点目は、学習者のプログラミング過程を記録し、教員がダイジェスト再生し視聴することのできる機能である。同機能により、教員が学生のコーディングについて効率よく指導することが可能となった(図1)。

実装したダイジェスト再生について、以下にその特徴を示す。

(a) 削除

プログラミングを行っている最中で、複数行に渡りコードを削除するタイミングというのは、学習者が上手くいかずに行き詰まったり、処理の効率の悪く再構成を試みたりしているタイミングと考えられる。このような点は、学習者の躓きや、「処理の流れや書き方を変更した方が良いのではないか」というプログラミング的思考が大きく働く点であり、教員が授業構成や指導を検討するうえで有用であると考えた。

(b) 貼り付け

貼り付け作業を行うということは、プログラミングにおける書き方や命令がわからなかった、あるいは自分で一からコードを書くよりも、利用できるいずれかのサイトから貼り付けて、必要な箇所のみ書き換えたと考えられる。これらのポイントは、授業の中で足りない要素が直接的に示される箇所であり、教員側から学生のコーディング過程を効率的にモニタリングするうえで重要であると判断した。

(c) ストップ

レポートの執筆過程を分析する先行研究でも指摘されていたが、手が止まるタイミングというのは、成果物を考えるうえで不可欠な思考を伴っていることが多い。全体的にどのように構成を行おうかという俯瞰的な思考を行っていたり、次の命令をどのように書こうかすぐ目前のことを考えていたり、あるいは何をすれば良いのかわからずまったく手が付けられないようなこともある。このような思考を行っている最中や前後の様子を捉えることは、効果的な指導を行ううえで不可欠といえる。

(d) コンパイル

レポートライティングとプログラミングで大きく異なる点が、プログラミングの場合はコンパイルや実行という作業を伴うことである。どの程度の頻度でコンパイルおよび実行の操作を入れるかは、コーディング技術や課題の内容によっても変わってくるが、学習者は自身の中での各節目でコンパイルを試みる。多くの場合、学習者はコンパイルが成功するという前提で行っていると考えられるため、失敗が続くようであれば、教員がコメント等で支援や確認を行うタイミングとなり得る。

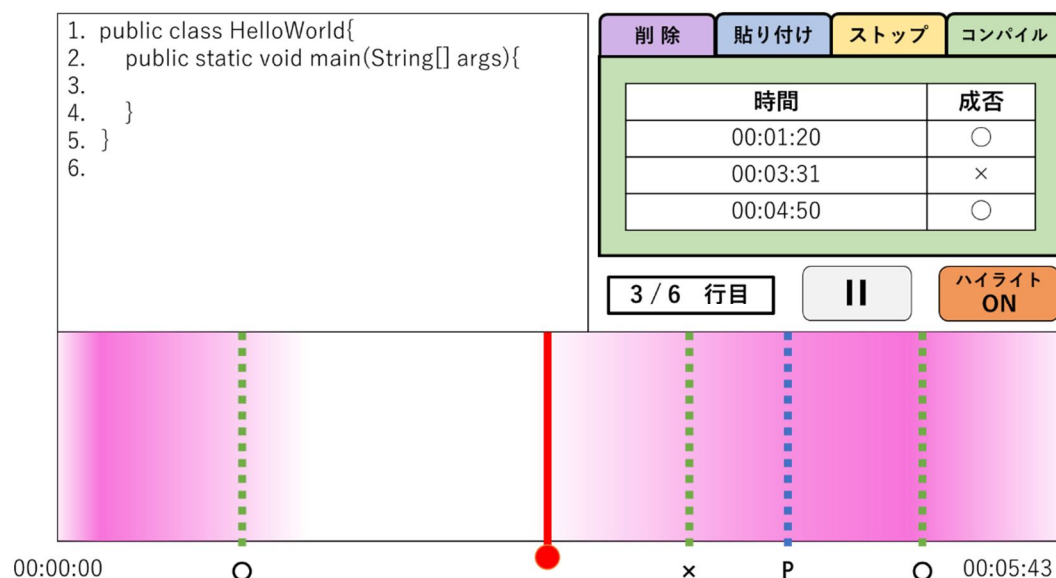


図1 ダイジェスト再生画面

二点目は、学習者が書いたプログラム・コードについて自動的にフローチャートを作成し可視化することのできる機能である。同機能により、学習者自身が、コーディングを行いながらアルゴリズムをより意識できるようになった。教員側でも同機能を実装し、学習者がどのような情報を見ながらコーディングを行っていたのか確認する機能を実現することが望ましかったが、今回は研究機関の都合上、実現に至らなかったため、今後の検討課題としたい。

4. 研究成果

研究初年度から、プログラミング教育を支援するソフトウェアの現状を調査したり、学会発表等で意見交換をしたりすることで、主要機能の検討およびシステムの設計を行ってきた。その結果、3.に示したように、プログラミングのコーディングを支援するためのフローチャート自動生成機能、プロセスに着目したより詳細な指導を可能するためのコーディング記録機能およびダイジェスト再生機能について実装することができた。

一方で、設計や開発に時間を要してしまい、プロトタイプによる予備実験を実現することはできたが、完成システムについて、被験者を通じた使用実験にまでは至らなかった。今後は本システムの有効性について、システム実験を行い、主要な機能を中心に評価していくことを検討する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大川内隆朗、平野智紀
2. 発表標題 プログラミングにおけるコーディング過程の指導支援ツールの開発
3. 学会等名 電子情報通信学会 研究会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------