

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：33906

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00935

研究課題名(和文) 情報端末に依存しないオブジェクト指向プログラミング言語の構成主義的学習環境の開発

研究課題名(英文) Development of a web-based learning environment utilizing constructivist learning theory for Object-oriented programming

研究代表者

鳥居 隆司 (Torii, Takashi)

椋山女学園大学・文化情報学部・教授

研究者番号：90207663

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：Webベースのオブジェクト指向言語 (Java) のプログラミング学習環境を構築した。クラウドを用いて構築された環境は、インターネット接続によりプラットフォームに依存せず利用できる。ユーザは簡単にどこからでもコードを実行でき、Webベースの環境でコンパイルおよびデバッグできる。グラフィック描画機能を持ったこのシステムは、オブジェクト指向プログラミング言語の構成主義的な学習が可能である。その環境は、直接または間接的にコードを実行することによって生じるリスクに対し安全のための仕組みを備えている。ユーザのマシンには、Java言語による開発環境を必要とせず、運用の負担を減らすことで、様々な問題を防ぐ。

研究成果の概要(英文)：We created a web-based learning environment for object-oriented programming language (Java) practice. The environment, constructed by utilizing cloud computing, can be used without relying on a fixed platform connected to the Internet. Users can easily execute computer language source code from anywhere and compile and debug it in the web-based environment. Our system, which implements turtle graphic function, makes it possible to learn object-oriented programming via the constructivist learning approach. The environment provides a security system to protect against risk resulting from directly or indirectly executing source code written in Java. A user's machine is not required to have a Java language development kit, and various problems can be prevented by the reduction in operating burden.

研究分野：情報教育

キーワード：プログラミング オブジェクト指向 構成主義 Webベース Java言語

1. 研究開始当初の背景

現在、一般的なソフトウェア開発に使えるプログラム言語の習得において、初学者は、目的のプログラム言語が動作させられる環境構築を行う必要がある。しかし、特にコンパイラ型のプログラム言語の環境構築は、文科系の大学生や、情報や工業などを専門としない高校生では困難である場合が多い。

これは、コンピュータのファイルシステムをはじめとする基礎的な知識がなく、情報リテラシーの授業や、教科「情報」でコンピュータの仕組みなどを学んだとしても、実際のコンピュータのシステムとその知識が結びつけられず実践的でないことや、また、現在の情報教育では、コンピュータの活用や、情報を検索し判断すること、情報の発信、情報モラルなどの学習に重点が置かれていることも原因でもある。

プログラム言語を学ぶ環境としてのコンパイラや統合開発環境は多く公開されており、初学者は、それらの解説サイトなどの情報を参考に学習を進めることになるが、解説サイトの情報の品質も様々であり、使用しているOSの種類やバージョンなどによって異なることも多く、途中で手順通りに動作せず挫折すること結果になる。

現代社会では、スマートフォンなどのコンピュータを誰もが使いこなすようになっており、アプリの需要をはじめとして、安定した良質な情報環境を供給する必要がある。そのために、ソフトウェア開発ができる人材の養成が急務であるとの声が高まり、学校教育においてプログラミング教育を行う方向性もみられる。そして、プログラミングに少しでも興味を持ってもらい、わかりやすく学習できるように工夫された様々なプログラム言語や学習環境がいくつもある。アニメーションに特化したものや、プログラムの基本構造をタイルでつなぐことでプログラミングができるものなどである。

しかしながら、このような学習環境では、プログラムはどのようなものかということやコンピュータが手順に従って自動的に処理を行う仕組みやアルゴリズムの理解はある程度可能であるが、通常の命令文や文法に触れることは難しい。アプリケーション開発では、タイルやブロックを組み合わせる学習環境ではなく、通常のプログラム言語の命令文や文法を統合開発環境で使うことが一般的であるので、結局、よく利用されるプログラム言語を学び直す必要が出てくる。

さらに、アプリケーションの開発にも利用できる実行環境を事前準備なしで利用できるようにすることは、インターネットにその環境を構築することである。現実にはいくつかのWebサイトがすでに存在するが、あまり活用されているとは言えない。また、このようなWebサイトは、不特定多数からの攻撃

に対するセキュリティ対策の問題をクリアしなければならないこともあり、公開しにくいものである。

2. 研究の目的

本研究では、どこでも、だれでも、いつでもすぐにオブジェクト指向のプログラム言語そのものの学習が始められる環境の開発を行い、比較的小規模のアプリケーションの開発やいくつかのライブラリを作成する段階での活用を視野に入れた高等教育段階の他、構成主義的な学びも取り入れ、初等中等教育段階であってもプログラム言語の基本的な考え方を習得できる仕組みの構築を目的としている。プログラミングの学習としては、各プログラム言語や開発環境、ブロックを並べることで学習できるツールなど数多く存在するが、一般的なソフトウェア開発の現場で活用されているツールと同じコンパイラによるコンパイル・実行をeインクの電子書籍端末程度でも行えることや、その環境をインターネット経由で不特定多数のユーザに提供することは、セキュリティ上からも非常に困難である。本研究では、これらの問題を解消し、学習者が一般的なソフトウェア開発でも活用できるプログラム言語でありながら、その開発環境のインストールやその初期設定などの作業を行うことなく、初めての場合でもすぐにプログラム言語の学習に専念でき、構成主義的な学びによっても自ら学ぶことができる環境の構築をクラウド上の仮想マシンに行う。

3. 研究の方法

最初に、クラウド上に構築したWebブラウザベースで動作するコンパイラ型のオブジェクト指向プログラミング言語の学習環境の構築を行い、動作確認を行った。今回の構築では、オブジェクト指向プログラミング言語としてJava言語を選択した。Java言語は、C言語に比べシステムそのものの破壊について配慮されているが、サーバ自体に悪影響を及ぼすライブラリなどは、機能そのものを制限する手法ではなく、ソースコードを書き換えることで機能の制限を行った。

また、不特定多数のユーザが同時に使用することに配慮するために、ユーザが起動するプロセスに対しリソースを効率的で効果的に分散させた。サーバ上で実行をコントロールするデーモンに各プロセスを一元管理させ、クラウド上の仮想コンピュータのリソースの範囲での利用に留まるような調節をさせた。そして、セキュリティの問題にも対応するために実行をコントロールするデーモンは、それぞれのプロセスに対し、最小限の動作環境や権限の付与とした。

次に、構成主義的な学習を容易に可能とするためにグラフィック描画機能の実装を行った。具体的なグラフィック描画の手順は、本オブジェクト指向言語のプログラミング

実行環境において、グラフィック・クラスをインポートし、そのクラスのインスタンスを生成、生成したインスタンスに対して、グラフィック描画を指示することで可能となるようにした。さらに、構成主義的な学習を容易に可能とするためにグラフィック描画機能の実装を行った。その後、クラウド上に構築した Web ブラウザベースで動作する本学習環境の動作検証作業などを行った。

これらの機能を実装した状態であっても、プログラムのコンパイルや実行、グラフィック描画の動作に関して、クラウドコンピュータ及びネットワーク、クライアント端末への負荷は、極めて軽く、電子書籍リーダとして e インクの携帯情報端末においてその性能の検証を行ったが、快適に動作を実現できる非常に軽量な実行環境であることの確認を行った。

4. 研究成果

クラウド上に構築した Web ブラウザベースで動作するコンパイラ型のオブジェクト指向プログラミング言語の学習環境を構築するとともに、構成主義的な学習を容易に可能とするためのグラフィック描画機能の実装を行った。

具体的なグラフィック描画は、本オブジェクト指向言語のプログラミング実行環境において、グラフィック・クラスをインポートし、そのクラスのインスタンスを生成、生成したインスタンスに対して、グラフィック描画を指示することで可能となる。このグラフィック描画のメソッドは、基本的に、タートル・グラフィックスと同様のインタフェースであり、絶対座標、相対座標のいずれかで指定することができる。

本機能を実装した状態であっても、プログラムのコンパイルや実行、グラフィック描画の動作に関して、クラウドコンピュータ及びネットワーク、クライアント端末への負荷は、極めて軽く、電子書籍リーダとして e インクの携帯情報端末においてその性能の検証を行ったが、快適に動作を実現できる非常に軽量な実行環境であることが確認できた。

プログラミング学習の初学者の場合、コンパイラ型の言語では、特にグラフィック描画の学習ができる環境を整えることは困難な場合が多く、さらに、実行環境に対して、誤った操作やコマンドを投入することも多い。本環境は、そのような使用を行った場合であっても、安定して動作する。現在、不特定多数のユーザが利用できる状況で動作確認を行っているが、現時点では、セキュリティ面やシステムのレスポンスも含めて問題なく動作し、ローカルなコンピュータにインストールされたオブジェクト指向プログラミング言語の開発環境を用いて行う授業と同様に使用することが可能であった。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 9 件)

鳥居隆司, 田村謙次, 安藤明伸, 杵淵信, 森夏節, 川崎直哉, 大岩幸太郎, 中野健秀, 藤尾聡子, 古金谷博, グラフィック出力を備えたブラウザベースのオブジェクト指向言語の軽量実行環境, CIEC, PC カンファレンス論文集, pp.17-20, 2017.

加藤良将, 亀井美穂子, 宮下十有, 鳥居隆司, サウンドメディアを活用可能なインタラクティブ表現支援のためのプラットフォーム, CIEC, PC カンファレンス論文集, pp.31-34, 2017.

安藤明伸, 菅原弘一, 栄利滋人, 鳥居隆司, 志賀勇人, 丹佑太, MANDA, Alina., 学校教員と大学生等が持つプログラミングに対する印象の比較, 日本教育工学会第 33 回全国大会 (鳥根大学), 2017.

鳥居隆司, 田村謙次, 安藤明伸, 杵淵信, 森夏節, 川崎直哉, 大岩幸太郎, 中野健秀, 藤尾聡子, 古金谷博, Web ブラウザベースのオブジェクト指向言語実行環境, CIEC, PC カンファレンス論文集, pp.7-10, 2016.

加藤良将, 亀井美穂子, 宮下十有, 鳥居隆司, インタラクティブ表現の支援のためのプラットフォームの検討, CIEC, PC カンファレンス論文集, pp.65-68, 2016.

安藤明伸, 栄利滋人, 志賀勇人, 川田拓, Alina Manda, 鳥居隆司, 石塚文晴, 堀田龍也, プログラミングで学ぶ外国語活動の授業実践, 日本教育工学会, 第 32 回全国大会 (大阪大学), 2016.

鳥居隆司, 田村謙次, 安藤明伸, 杵淵信, 森夏節, 川崎直哉, 大岩幸太郎, 中野健秀, 藤尾聡子, 古金谷博, 低水準入出力の実行可能な Web ブラウザベースのプログラミング実行環境, CIEC, PC カンファレンス論文集, pp.7-10, 2015.

杵淵信, 川崎直哉, 鳥居隆司, 赤外線を用いた IO システムの計測・制御分野への援用, 日本産業技術教育学会第 58 回全国大会 (愛媛大学), 2015.

安藤明伸, 志賀勇人, 栄利滋人, Alina Manda, 鳥居隆司, 初等・中等教育におけるプログラミング学習の動向調査, 第 33 回日本産業技術教育学会東北支部大会 (弘前大学), 2015.

6. 研究組織

(1)研究代表者

鳥居 隆司 (TORII, Takashi)

梶山女学園大学・文化情報学部・教授
研究者番号：90207663

(2)研究分担者

中野 健秀 (NAKANO, Takehide)
愛知学院大学・商学部・准教授
研究者番号：20441115

(3)研究分担者

杵淵 信 (KINEFUCHI, Makoto)
北海道教育大学・教育学部・教授
研究者番号：30261366

(4)研究分担者

田村 謙次 (TAMURA, Kenji)
中央学院大学・商学部・准教授
研究者番号：30367635

(5)研究分担者

川崎 直哉 (KAWASAH, Naoya)
上越教育大学・大学院学校教育研究科・教授
研究者番号：40145107

(6)研究分担者

安藤 明伸 (ANDO, Akinobu)
宮城教育大学・教育学部・准教授
研究者番号：60344743

(7)研究分担者

大岩 幸太郎 (OIWA, Kotaro)
大分大学・教育学部・名誉教授
研究者番号：90223726

(8)研究分担者

森 夏節 (MORI, Kaori)
酪農学園大学・農食環境学群・教授
研究者番号：90269217