

令和 4 年 4 月 18 日現在

機関番号：35403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K02987

研究課題名(和文) カード操作によるプログラミング学習システムにおけるコンパイラとの対話機能の開発

研究課題名(英文) Developing an interaction function with compilers for card operation-based programming learning system

研究代表者

松本 慎平 (Matsumoto, Shimpei)

広島工業大学・情報学部・教授

研究者番号：30455183

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、カード操作方式によるプログラミング学習支援システムへのコンパイラとの対話機能の設計・開発、カードの並びに応じた実行結果のフィードバック応答機能の実装を技術的な課題とする。この課題を解決することにより、教授者の負担軽減や、多言語のプログラミングへの対応など、更なる学習支援が可能となる。さらに、学術的な問い「カード操作方式においてプログラム実行と同様のフィードバックを行うことは、モチベーション向上、時間対学習効率の向上といった観点で、学習に有効に働きかけることが可能か」や「カード操作方式は既存の学習理論の実践に有効であるか」を明らかにできる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

カード操作方式による学習支援システムは、一般的なコーディング主体の学習と同等の学習効果を有しながら、学習時間を短縮できる効率的な学習方法であることが明らかにされた。一方で、その正誤判定は、カード順列の単純マッチングでのみ行われている。そのため、実際のコーディングと同様の対話的なフィードバックを行うことができない。今回、本研究により、カード順列から実際のコードを生成し実行結果をフィードバックできるようになった。これにより、教授者の負担軽減のみならず、実行結果の足場かけの機会としての活用などといった教育の改善が可能となり、カード操作方式の更なる学術的な貢献が可能となった。

研究成果の概要(英文)：In this research, we design and develop interaction function to some compiler systems and implement feedback function of execution results for the card operation-based programming learning support system. Solving these issues will enable further learning support, such as reducing the load on professors, learning multi programming languages, and exploratory learning activities through the interaction with compiler. Furthermore, we can clarify research questions such as "Can the card operation-based programming learning support system enhance learning effectiveness in terms of motivation and time-to-learning efficiency by providing interaction function similar to actual programming?" or "Is the card operation-based programming learning support system useful in implementing existing learning theories?"

研究分野：プログラミング学習支援

キーワード：プログラミング カード操作方式 学習支援 認知負荷 対話機能

1. 研究開始当初の背景

プログラミングの理解を困難とする学習者層の支援が様々な方法で行われている。具体的には、プログラミングの学習指針や技能標準を明確化する取り組みとして、ループリックの利用、フレーム及び学習活動パターンを制限した学習課題の提案、そして、それらを支援する情報システムの開発が進められている。その中で、認知負荷理論に基づいたプログラミング学習に関する研究では、プログラミングは本来高い課題内在性負荷を持っているため、学習要素の細分化により課題内在性負荷を減らし、学習者の操作を制限することで課題外在性負荷を減らす必要があるとされている。特に、プログラミングは初学者にとって特に負荷が大きい学習であり、認知資源を本質的学習にうまく配分できない場合が多いため、できる限り課題外在性負荷を減らす必要があるとされている。

そこで、部分間関係を考えることに焦点を当てたプログラミング学習において、非本質的認知負荷の影響をできる限り減らすため、カード操作方式による学習支援システムが開発されている。これは、学習課題のフレームと学習活動のパターンを制限し、意図した学習に認知資源を集中させることを目指したひとつの学習方式である。この方式では、まず、1行以上の命令が記述された複数のカードが与えられ、学習者は、問いで示されたテストケース(入出力関係)を満足できるように、メイン関数やモジュールの全体、あるいはそれら一部を単純操作のみで組み立てる。例えば、ソースコードの一部に当てはまる命令をマウス操作で組み立てることで、プログラム学習と演習が可能となる。カード操作方式による学習支援システムでは、教授者が意図したデザインパターン(構造)を制約条件、また、テストケースを最適な形で満たせるカード順列(論理関係)の構築を目標とした学習活動を通じ、プログラムの部分同士の関係を考えることに集中させ、プログラムの構造を意識する習慣、全体の構造を把握する力の習得を狙いとしている。カード操作方式による学習支援システムの外観を図1に示す。

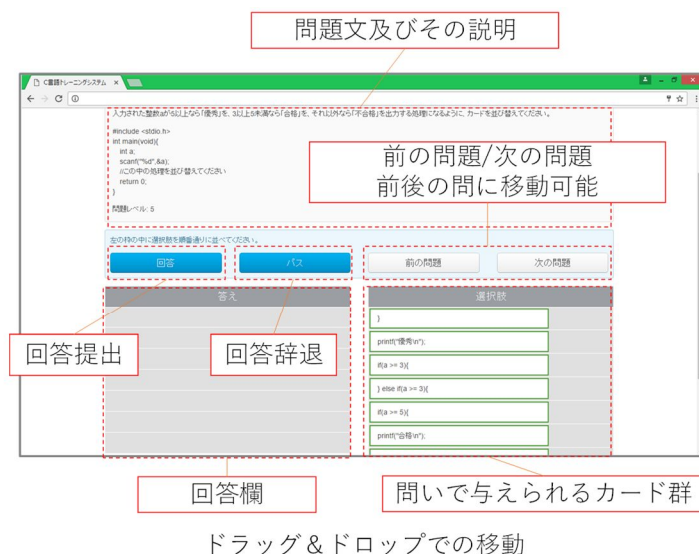


図1 カード操作方式による学習支援システムの外観

カード操作方式は、教授者が意図した構造を学ばせること、部分間関係を考えることを本質的学習とする一方、その他を非本質的な活動とすることで課題外在性負荷の低減を試みている。これと似た仕組みとしてビジュアルプログラミング言語があるが、構造を意識させるという点で異なっている。その他に類似した成果として、部分コードとコードの選択肢を基にプログラムを完成させる Part-Complete Solution Method、その操作を容易にする Code Restructuring Tool、プログラム記述をパズル化した Parson's Puzzles があり、それぞれ学習効果が明らかにされている。しかし、これらは認知負荷に言及しておらず、構造を学習させるものではない。逆に、ビジュアルプログラミング言語や先行研究では、学習者はコンパイラと対話可能である。よって、カード操作方式による学習支援システムで同様の機能を実装することは、重要な課題であり、特に、先行研究との学習効果の比較検証、それを通じた先行研究の認知負荷低減の程度を明確にするためには、コンパイラとの対話機能は不可欠であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、従来システムへのコンパイラとの対話機能の設計・開発、カードの並びに応じた実行結果のフィードバック応答機能の実装を技術的な課題とする。この課題を解決することにより、教授者の負荷軽減や、多言語対応による更なる学習支援を実現できるばかりでなく、学術的な問い「カード操作方式においてプログラム実行と同様のフィードバックを行うことは、モチ

バージョン向上、時間対学習効率の向上といった観点で、学習に有効に働きかけることが可能か、や「カード操作方式は既存の学習理論の実践に有効であるか」を明らかにできる。

カード操作方式による学習支援システムは、サーバ上で動作する Web アプリケーションであり、インターネット通信環境と HTML5 に準拠した Web ブラウザさえあれば端末を問わず全機能を利用できる。COPS は、開発言語として Ruby 2.1.2、Web アプリケーションフレームワークとして Ruby on Rails 4.2.4、Web サーバソフトウェアとして Apache 2.4.10、データベース管理システムとして MySQL 5.6.28、CSS フレームワークとして UIkit 2.23.0、JavaScript ライブラリとして jQuery 1.11.3 をそれぞれ用いて実装されている。

1 行以上の命令が書かれたカードは、マウスのドラッグアンドドロップの操作で動かすことができ、右側から左側にカードを移動しプログラムを組み立てることができる。その際、カードの前にインデントを付けて配置することができる。なお、正誤はカードの順序によって判定されるため、インデントの有無が採点結果に影響を与えることはない。組み立てが終わった際、回答ボタンを押すことで正誤判定を自動で受けることができる。回答ボタンを押した際、正解、不正解の判定結果と共に、ヒントや出題の意図など正誤それぞれの場合に応じたフィードバック文を画面に表示できる。なお、フィードバック文は、教授者が演習問題作成の際にあらかじめ登録する必要があるが、blank も可能である。全ての問題の回答が終了したとき、各問題で学習者が行った回答の全てとそのときのカードの並び、正誤を問題ごとに振り返ることができる。

なお、これまで研究代表者らが開発を進めているカード操作方式による学習支援システムを大学講義に導入した結果、非本質的認知負荷を相対的に減らしながら、教授者が意図した学習活動に集中できていたこと、とりわけ初学者により有効な学習方法であることが示唆された。また、従来システムは、一般的なコーディング主体の学習と同等の学習効果を有しながら、学習時間を短縮できる効率的な学習方法であることが明らかにされた。一方で、従来システムの正誤判定は、カード順列の単純マッチングでのみ行われている。そのため、実際のコーディングと同様の対話的なフィードバックを行うことができない。カード順列から実際のコードを生成し実行結果をフィードバックできれば、教授者の負担軽減のみならず、1. 実行結果の足場かけの機会としての活用、2. 段階的なプログラムの構造学習、3. 読解学習支援システムとの連携とそれによるカード操作方式に基づいた読解の作問学習、といった新たな教育の発展が可能となり、カード操作方式の更なる学術的な貢献が可能となる。

3. 研究の方法

本申請では、カードの順列からソースコードを組み立て、組み立てられたプログラムの実行結果やエラー出力を学習者にフィードバックできるようにすることである。本申請では、実行結果を単純にフィードバックしその効果を明らかにするだけでなく、以下の 3 点の学習理論と関連付けて学習効果を評価する点で、学術的独自性及び創造性を有するものである。

認知心理学に基づき学習者の学習意欲を高めることを目的に開発された SIEM 理論に着目し「スモールステップ」に基づいた足場かけを行う(図 2 参照)。コンパイラとの対話機能を開発すれば、学習者へのフィードバック提示のみならず、教授者が問題を登録する際、構造は適切であるが処理が不適切であるダミーカードを自動生成できる。ダミーカードが含まれた回答を「ステップ」とし、その枚数に応じて「目標までの近さ」を実行結果と共にフィードバックすれば、学習者は現在位置を把握でき、従来以上の学習意欲向上が期待できる。従来のカード操作方式による学習支援システムでは、その機能的制約のゆえカード順列の思考のみの学習に留まっていた。カード操作方式による学習支援システムを用いて、より現実のプログラミングの活動に近い学習を実現するためには、カードの並びに加えて、Parson が

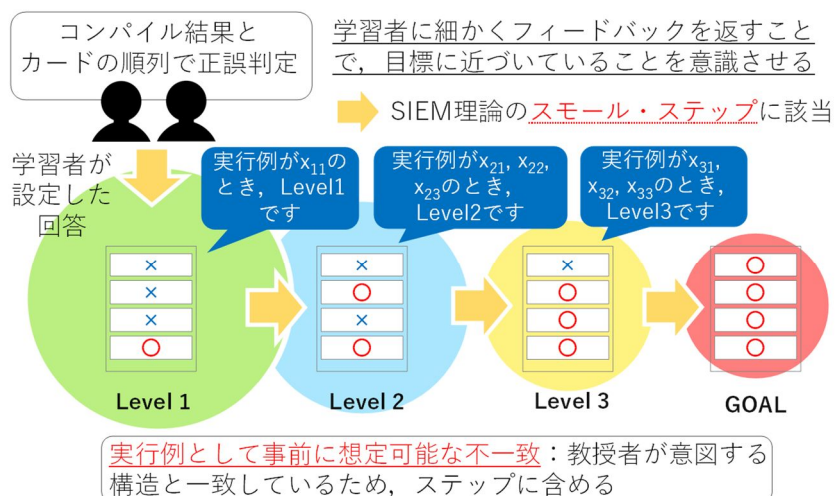


図 2 スモールステップによる足場かけ

提唱したプログラミング学習の仕組みであるトグル機能を用いることが有効と考えられる。トグルとは、カード内の命令を排他的に選択可能な領域を設ける仕組みである。正解に含まれない命令群を多数設定可能な仕組みである。カード操作方式で正解に含まれない命令を用意する方法として、同様の目的のもと、不正解の命令を含むダミーカードを予め用意する方法が通常用いられる。ただし、この方法を単純に適用した場合、正解に含まれない命令を多数用意することになるため学習者に事前に提示されるカード枚数は増加する。このことで視認性が低下し、カードを探す作業に由来した課題外在性認知負荷が発生する可能性がある。この点について、トグル機能はこのような問題を解決しながら、学習者にアルゴリズムなどを深く考えさせられる可能性がある。ただし、トグルを導入した場合回答の組み合わせ数が増大するため、正誤のフィードバック以外にも学習を支援できるような「実行結果」を学習者に都度提示することが重要となる。今回、本研究で新たに実装したコンパイラとの対話機能を用いることで、トグル機能の有用性を評価した。具体的には、トグル機能がカードを選ぶ際に発生する非本質的な認知負荷を抑制しながら、学習者により適切な思考をさせることが可能な仕組みかどうかを調査した。

本研究では、まず、問題文と1つ以上の命令のプログラムコードが書かれたカードを用意した。次に、学習者は問題文の処理に合うようにカードを選び、並び替えることで、自由に回答を行えることとした。回答の際、正誤やプログラムの実行結果をその場で確認できるようにした。加えて、カード配置の適切さを3パターンで学習者にフィードバックした。具体的には、正誤確認時、回答欄に設定されたカードの選択と位置が共に正しければ青色、カードの選択のみ正しく場所が間違っていれば黄色、ダミーカードが選択されていれば赤色がカードに表示されるようにした。カードに対して3色のフィードバックを行うことで、学習者はカードに示された色を手掛かりに、正解とのギャップを確認できるようにした。選択肢として与えられるカード群については、回答に用いるカードと回答に必要なないダミーカードで構成されているようにした。なお、並び替えるプログラムは全体ではなく部分的とした。

学習者用の画面では、演習時、上部に問題文、中央に各種ボタン、右側にカードの選択肢欄、左側に回答欄を表示した。問題文の中には「//この中の処理を並び替えてください」と書かれた記述を含んだプログラムが掲載されており、この部分に当てはまる命令を考え、カードを適切な順番で回答欄に配置することを課題とした。回答欄には、回答に必要なカードの枚数を提示した。なお、1カード2つ以上の命令を含める問題や回答欄の指定箇所にカードを固定する問題(変数宣言や画面出力を行う命令を含んだカードを回答欄の上部や下部に固定させること)も提示した。

4. 研究成果

本申請では、教育的な問いと共に、それを検証するための情報工学的な技術課題の解決を達成した。本研究の成果は以下に掲げる6点に集約できる。

システムの拡張: カードの並びに応じたエラーメッセージを含む実行結果のWebページでのフィードバック機能の開発を達成した。研究代表者らがこれまで開発を進めてきたシステムを単純に拡張するのではなく、サービス指向アーキテクチャに基づき全体システムの設計を一から見直した。この取り組みにより、教育現場の多様な要望に応じた柔軟な機能拡張が容易に可能となった。まず、既存のシステムをフロントエンドとし、バックエンドにソースコードコンパイル実行を担い多言語実行に対応したRESTful API サービスを構築し、JSONによる通信規約を定めた。バックエンドサービスは、コンテナ型仮想化の中でもスケラブルであり、加えて、オーバーヘッドが少ないLinux Containers (LXC)を採用した。そして、



図3 本申請で構築するアーキテクチャ

LXC に各種コンパイラを導入することで、多言語対応を実現させた。なお、プロセス数やメモリなどのリソース制限を設定し、悪意のある実行や高負荷な処理を検知できるようにした。ソースコードの処理方法は次の通りである。まず、フロントエンドから送信されたソースコードを LXD API を通して LXC に転送し、コンパイル及び実行を行う。次に、その結果をレスポンスとしてフロントシステムに返し、学習者のページに最新の情報を動的に表示できるようにした。理解を容易とするため、図 3 にここで述べた処理方法を図示する。このような手続きにより、ソースコード実行結果のフィードバック提示そのものや、対話的な活動の教育的な有効性を評価できるようになった。

足場掛けの有用性分析： 図 3 に示したシステムを利用して、SIEM 理論による足場掛けの効果検証を行った。具体的には、「実行結果を利用した SIEM 理論に基づいた足場掛けは学習者のモチベーションを高めることに役立つかどうか」を検証した。本研究の実験では、実行結果と SIEM 理論に基づいたフィードバックを受ける群、実行結果だけを得る統制群の 2 群に被験者を 10 名ずつ分けて比較実験を行った。学習する前の理解度を測定し、2 群の学力水準が均等になるように分けた。その後、30 分間の実践利用を行った。実践利用では、両群ともに同じ内容の問題を 3 問出題し、ダミーカードの量も同一量とした。その後、事後試験を行い、事前試験と事後試験で成績に差があるかどうかを確認した。全ての試験終了後、被験者からアンケート結果を得た。実験の結果、事後試験の実験群の平均は 3.52 点、統制群は 3.41 点であった。この結果では統計的に有意な差は得られなかったが、アンケート結果は「動作確認を見るのは楽しいか？」といった項目で実験群の方が t 検定(両側)で有意($p < .05$)に高かった。この結果から、フィードバックで学習効果の低下など見られなかったため学習方式として問題ないこと、高い主観評価から学習意欲が高まり学習の持続が期待できると結論付けた。以上より、持続的に学習させるためには、実行結果と共に自分の立ち位置を意識させることが有効であることを確認できた。

トグル機能の有用性分析 1： トグル機能が非本質的な認知負荷を抑制しながら学習者に深い思考をさせることが可能かどうかを調査した。トグル機能を用いて学習する実験群、用いない統制群の 2 群に被験者を 10 名ずつ分けて比較実験を行った。被験者は本学の C 言語を一度でも習ったことがある大学生 1-4 年生 20 名とした。まず、学習する前の理解度を測定し、2 群の学力水準が均等になるように分けた。その後、1 時間程度の実践利用を行った。実践利用では、両群ともに同じ内容の問題を 6 問出題し、ダミーカードの枚数も同数とした。ただし、実験群では、統制群のダミーカードのいくつかをトグルとしてまとめたカードを提供した。実験の結果、実験群の事後試験では平均 3.6 点、統制群では平均 2.8 点という結果が得られた。t 検定(両側)の結果、実験群の得点は統制群よりも有意($p < .05$)に高かった。認知負荷に関するアンケートでは、統計的に有意な差は確認できなかったが、課題外在性負荷に関して、実験群のほうが統制群よりも作業負担が低いことを示唆する結果が得られた。以上より、トグル機能がカードを探す作業に関連した非本質的な認知負荷を減らしながら、学習者にアルゴリズムやプログラムの内的構造をより深く思考させることが可能な仕組みであることが示唆された。

トグル機能の有用性分析 2： 誤り選択肢増加に伴う負の影響抑制に対するトグル機能の効果を調査するため、実験群ではダミーカード 10 枚以上に相当するトグルを設定し、統制群では 3 枚のダミーカードを用意し実験を行った。なお、選択肢のカードは、1 カード 1 命令として問題を構成した。実験の結果、統計的に有意な差は見られなかったが、実験群は統制群よりも点数が低かった。認知負荷に関するアンケートでは、学習関連負荷に関して、実験群は統制群よりも t 検定(両側)で有意($p < .05$)に高かった。この結果は、学習者がカードを並び替える作業に認知資源が集中し、アルゴリズムの思考など本質的な学習への認知資源の配分が困難になっていたことを示唆していると考えられる。したがって、誤り選択肢増加に伴う負の影響の抑制にトグルは万能ではないこと、最適な誤り選択肢を設計したうえでトグル化が必要であることを確認した。

提案システムの更なる可能性の確認 1： カード操作方式では、ひとつのカードに複数行の命令を内包することでチャンクを表現できるため、段階的な構造の学習が可能である。しかしこれを行う場合、チャンク単位の水準に応じたフィードバック設定を教授者が手動で全て設定しなければならないため、現実的に困難である。一方、コンパイラとの対話機能を実装すればフィードバックを自動化でき、「カード操作方式を用いた部分間の関係を段階的に考える学習」を容易に実践可能となることを確認できた。

提案システムの更なる可能性の確認 2： プログラムソースの内的構造の把握と適切な読解(スライシングに求められる技能習得)を目的として、読解学習システムが開発されている。この「読解学習」では「プログラムを上から順に適切に理解する」ことを要求するのに対して、カード操作方式は、「答えである処理結果をあらかじめ与え、その答えを導き出せるように処理を組み替える」という、いわば作問の形態を取っている。カード操作方式で読解の作問学習を実現するためには実行結果の提示が必須であり、本研究で行ったシステムの拡張により、このような実践が可能となることを確認できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 8件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 0件）

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Tomoya Iwamoto, Shimpei Matsumoto, Shuichi Yamagishi, Tomoko kashima | 4. 巻 1 |
| 2. 論文標題 Pre- and Post-survey of the Achievement Result of Novice Programming Learners - On the Basis of the Scores of Puzzle-Like Programming Game and Exams After Learning the Basic of Programming | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Transactions on Engineering Technologies | 6. 最初と最後の頁 130-142 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 松本慎平, 大下昌紀, 買田康介 | 4. 巻 Vol.140, No.9 |
| 2. 論文標題 C言語初学者及びその教授者のためのサーバ・クライアントに基づくプログラミング学習支援システムの開発 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌) | 6. 最初と最後の頁 1096-1109 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 加島智子, 松本慎平 | 4. 巻 Vol.2, No.1 |
| 2. 論文標題 初学者向けCSアンブラグドを用いたプログラミング教育の実践と評価 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 情報教育 | 6. 最初と最後の頁 1-8 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |
| 1. 著者名 松本慎平, 加島智子, 山岸秀一 | 4. 巻 Vol.2, No.1 |
| 2. 論文標題 プログラミング学習前に行われたプログラミングゲームの理解度とその学習後の到達度との関係分析 - アルゴリズムの利用とその学習データの活用を通じて - | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 情報教育 | 6. 最初と最後の頁 18-27 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|------------------------|
| 1. 著者名 Shimpei Matsumoto, Tomoko Kashima, Shuichi Yamagishi | 4. 巻 Vol.5, No.1 |
| 2. 論文標題 Factor Analysis to Examine the Effect and Expectation of Reading Simple Source Codes for Improving Programming Skill | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Information Engineering Express | 6. 最初と最後の頁 pp.73-85 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|--|--------------------------|
| 1. 著者名 Tomoya Iwamoto, Shimpei Matsumoto | 4. 巻 1 |
| 2. 論文標題 Development of Web-Based Programming Learning Support System with Graph Drawing of Mathematics as a Learning Task | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proc. of 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics | 6. 最初と最後の頁 pp.302-305 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IIAI-AAI.2019.00067 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|--|--------------------------|
| 1. 著者名 Masanori Oshita, Kosuke Kaida, Shimpei Matsumoto | 4. 巻 1 |
| 2. 論文標題 Improving User Experience of C Programming Language Learning System for Novices | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proc. of 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics | 6. 最初と最後の頁 pp.306-309 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IIAI-AAI.2019.00068 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

| | |
|---|--------------------------|
| 1. 著者名 Shoko Morinaga, Shimpei Matsumoto, Yusuke Hayashi, Tsukasa Hirashima | 4. 巻 1 |
| 2. 論文標題 A New Concept of Distance Modified by Levenshtein Distance for Clarifying the Learning Processes in Card Operation-Based Programming Learning Support System | 5. 発行年 2019年 |
| 3. 雑誌名 Proc. of 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics | 6. 最初と最後の頁 pp.310-313 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/IIAI-AAI.2019.00069 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 該当する |

〔学会発表〕 計25件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件）

| |
|--|
| 1. 発表者名 大下昌紀 |
| 2. 発表標題 初学者向けC言語学習支援システムの実践と評価 |
| 3. 学会等名 第21回 IEEE Hiroshima Student Symposium |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 岩本朋也 |
| 2. 発表標題 コーディング未経験者のためのゲーム開発によるプログラミング学習支援システムの開発 |
| 3. 学会等名 第21回 IEEE Hiroshima Student Symposium |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 森永笑子 |
| 2. 発表標題 チャンク方略を利用したカード操作方式によるプログラミング学習支援システムの実践とその学習における認知負荷の測定 |
| 3. 学会等名 第21回 IEEE Hiroshima Student Symposium |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Tomoya Iwamoto |
| 2. 発表標題 Development of Web-Based Programming Learning Support System with Graph Drawing of Mathematics as a Learning Task |
| 3. 学会等名 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Masanori Oshita |
| 2. 発表標題 Improving User Experience of C Programming Language Learning System for Novices |
| 3. 学会等名 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Shoko Morinaga |
| 2. 発表標題 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics |
| 3. 学会等名 2019 8th International Congress on Advanced Applied Informatics (国際学会) |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 倉本隼 |
| 2. 発表標題 チャンクを考えによるカード操作方式によるプログラミング学習支援法の提案 |
| 3. 学会等名 教育システム情報学会2019年度学生研究発表会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 岩本颯 |
| 2. 発表標題 カード操作方式におけるプログラミング学習支援システムにおけるラーニングアナリティクス |
| 3. 学会等名 教育システム情報学会2019年度学生研究会発表会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大下昌紀 |
| 2. 発表標題 初心者向けプログラミング学習支援システムHello Cを用いたシNTAXエラー修正学習機能の提案 |
| 3. 学会等名 教育システム情報学会2019年度学生研究発表会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 平谷明生 |
| 2. 発表標題 意味のある部分単位でのソースコード読解技能の習得を狙いとしたプログラミング学習支援システムの開発に関する研究 |
| 3. 学会等名 教育システム情報学会2019年度学生研究発表会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 作田康陽 |
| 2. 発表標題 カード操作方式に基づくプログラミング学習支援システムの学習ログ活用法の検討 |
| 3. 学会等名 日本経営システム学会イノベーション指向データ分析研究部会2019年度第4回研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 小田樹 |
| 2. 発表標題 プログラミング初学者を対象とした知能処理の基礎を学習するための教材開発に関する研究 |
| 3. 学会等名 日本経営システム学会イノベーション指向データ分析研究部会2019年度第4回研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 三宝帝斗 |
| 2. 発表標題 チャンク単位でのソースコード読解技能の習得を狙いとしたプログラミング学習支援システムの開発に関する研究 |
| 3. 学会等名 日本経営システム学会イノベーション指向データ分析研究部会2019年度第4回研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 岩本朋也 |
| 2. 発表標題 ゲーム開発を題材としたプログラミング学習支援システムのユーザインタフェースの改善 |
| 3. 学会等名 令和元年度(第70回)電気・情報関連学会中国支部連合大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 森永笑子 |
| 2. 発表標題 チャンク方略を利用したカード操作方式によるプログラミング学習支援システムの研究 |
| 3. 学会等名 令和元年度(第70回)電気・情報関連学会中国支部連合大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大下昌紀 |
| 2. 発表標題 C言語学習支援システムの開発とその課題取得機能および解答提出機能の効果 |
| 3. 学会等名 令和元年度(第70回)電気・情報関連学会中国支部連合大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 岩本朋也 |
| 2. 発表標題 数学及び物理課題を題材としたゲーム開発学習教材の開発と試用 |
| 3. 学会等名 第44回教育システム情報学会全国大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 森永笑子 |
| 2. 発表標題 C言語初学者のためのリアルタイムモニタリングシステムの有用性の評価 |
| 3. 学会等名 第44回教育システム情報学会全国大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大下昌紀 |
| 2. 発表標題 カード操作方式による学習支援システムにおけるフィードバック方式の提案 |
| 3. 学会等名 第44回教育システム情報学会全国大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大下昌紀 |
| 2. 発表標題 学習意欲向上を目的としたC言語におけるI/Oエラー修正学習手法の提案 |
| 3. 学会等名 2019年 電気学会 電子・情報・システム部門大会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 買田康介 |
| 2. 発表標題 C言語学習におけるシNTAXエラー修正速度向上のための学習手法の提案と評価 |
| 3. 学会等名 第81回情報システム研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大下昌紀 |
| 2. 発表標題 多種多様な学習支援手法に対応した初学者向けC言語学習支援システムに対するプログラム空欄補填形式の学習支援機能の実装と分析 |
| 3. 学会等名 第81回情報システム研究会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 森永笑子 |
| 2. 発表標題 カード操作方式によるプログラミング学習支援システムにおける学習者の活動に基づく学習課題の特徴分析 |
| 3. 学会等名 第80回情報システム研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 岩本朋也 |
| 2. 発表標題 基礎数学における関数の本質的理解を支援するためのプログラミング学習支援システムの開発 |
| 3. 学会等名 第79回情報システム研究会 |
| 4. 発表年 2019年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大下昌紀 |
| 2. 発表標題 初学者向けプログラミング学習システムにおける学習者支援機能の有用性評価のための実験方法の設計 |
| 3. 学会等名 第78回情報システム研究会 |
| 4. 発表年 2019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 |
|-------|---|------------------------------------|----|
| 研究分担者 | 加島 智子 (Kashima Tomoko) (30581219) | 近畿大学・工学部・講師 (34419) | |

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 |
|---------|---------|