

令和 2 年 5 月 21 日現在

機関番号：35403

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17K01164

研究課題名(和文) 記述知識の段階的定量化によるソースコードの困難度推定と適応的学習課題提示法の検討

研究課題名(英文) Estimating the Difficulty of Source Code by Stepwise Quantification of Descriptive Knowledge and Estimating Adaptive Learning Task Presentation Methods

研究代表者

山岸 秀一 (Yamagishi, Shuichi)

広島工業大学・情報学部・教授

研究者番号：10609902

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：研究代表者らはこれまで、ソースコード自身の内的な情報(データ依存関係)のみに基づいた読解学習教材を対象とし、プログラミング初学者にとって理解を阻害する可能性のある要因(記述)を明らかにした。しかし、成果は代入文のみに留まり、また、各記述の知識の定量化には至っていなかった。そこで本研究では、読解学習の対象を制御文や配列まで広げ、潜在ランク理論により、ソースコード記述自体が有する困難度をプログラム依存関係に照合しながら解析した。そして、各記述の読解に必要なとされる知識量を段階的に定量化した。定量化した分析結果に基づき教材を構成し、従来よりも有効な読解学習を実現させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

プログラミングの習得知識や技能水準を読解学習から定義することを試みた研究は十分に行われていない。とりわけ、プログラミングを不得手とする学習者層を対象として、「不得手の契機となる原因」や「理解を妨げる要因」をプログラム構造やソースコード記述自体といった内的構造の観点から明らかにしようとした研究は見当たらない。この点に本研究の学術的貢献がある。本研究では、得られた知見を応用し学習支援システムを開発したため社会的意義も大きい。利用者適応型学習支援システムは多く構築されているが、コードの記述単位ごとの知識量を定義する目的で潜在ランク理論の適用を試みており、この点が新規性と言える。

研究成果の概要(英文)：We have studied programming learning materials for improving reading skills, which are based only on the internal information (data dependency) of the source code itself, and clarified the factors (descriptions) that may hinder understanding for beginners in programming. However, the results were limited to assignment statements only and did not quantify the knowledge of each statement. Therefore in this study, we extended the target of source code reading-based learning to control statements and arrays and analyzed the difficulty level of the source code description itself by comparing it to the program dependencies using latent rank theory. Then, the amount of knowledge required to read each description was quantified step by step. Based on the results of the quantitative analysis, we structured the teaching materials to realize more effective learning than before.

研究分野：教育工学

キーワード：C言語 プログラミング 学習支援 読解学習 潜在ランク理論 初学者

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

昨今、プログラミングは特に重要な技能として社会的にも広く認識されている。一方、プログラミングに適正のない層として評価される学習者は、年齢や性別、教育水準の差に関わらず、等しく発生し偏在的に存在していると言われていた。この主な原因として以下の2点が考えられる。第1に、プログラミングの技能標準やプログラミングの学習指針が十分に検討されていないため、プログラミング力の養成指針や到達目標、また、プログラミングで最も重視する基本素養が多くの教育現場では教授者の指導設計に強く依存している点である。第2に、プログラミングの講義の中では、「経験に裏付けられる創造力や表現力、数学力、国語力、論理的思考力、構造的把握力といった「外的」な技能と、計算機システムの動作原理の理解、言語仕様の知識といった、ソースコード自体の意味を適切に解釈するための「内的」な技能とを複雑に組み合わせた教材を学習者に提示している点である。以上のことを踏まえて、従来プログラミングの適正が不十分と評価される学習者に対して成熟的な学習活動を支援するためには、プログラミングに要求される知識を内的なものとの外的なものとの切り分けを踏まえて、認知資源を集中的に投下できるような形で教材をまず用意する必要があると考えられる。そして、学習者自身が内省できる水準で教材を適応的に提示する必要があると考えられる。加えて、外的な要因を含まず、ソースコード記述単位ごとに知識量を量的に定義することも重要な取り組みの一つであると考えられる。ソースコード自身の困難度を量的に推定し、学習者の知識量を踏まえることで、学習者が最も理解しやすい形でソースコードを提示できるようになる。その結果、学習者の成熟的な学習活動の支援が実現されると考えられる。

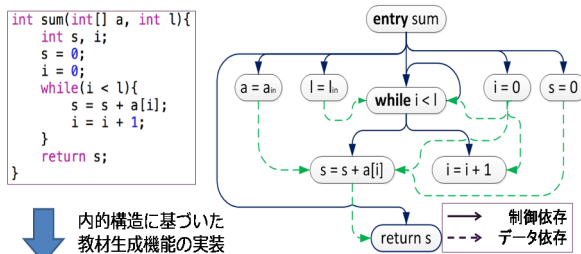
先行研究の中で、学習者が陥りやすい誤りパターンの観測や、学習者の理解を妨げる項目とその対策などは、アンケートや学習履歴から明らかにされている。また、プログラミング初学者の特徴を把握するため、演習の遂行状況や記述傾向、エラー解決過程のモニタリングから、初学者の理解を妨げる要因や、初学者の意欲をそぐ要因などの特徴発見が試みられている。これらはコーディングに要求される外的な因子に対する分析が主目的とされている。一方で、ビジュアルとソースコードとをリアルタイムで相互変換可能な仕組みを導入した成果がある。しかしながら、これは内的な知識量の差が生じないように制約を設け、論理思考力の養成に主眼を置いた取り組みである。ソースコード記述の自由度を踏まえ、記述単位ごとの困難度や知識量の推定については、従来十分に言及されていない。

研究代表者らはこれまで、ソースコード自身の内的な情報であるデータ依存関係のみに基づいた読解学習教材を対象とし、読解学習支援システムの開発を進めている。学習ログを分析した結果、プログラミング初学者にとって理解を阻害する可能性のある要因として、複合代入演算、インクリメント・デクリメント、整数同士の除算を適切に読解することの困難さ・技量の高さを明らかにし、読解過程の視線の動きからも類似の傾向を確認した。しかし、既存成果は代入文のみに留まり、記述単位の決定、単位ごとの知識量の定量化には至っていない。更なる支援に向けては、読解学習の対象を制御文や配列まで広げることが望まれている。なお、プログラミングを不得意とする学習者層を対象として、ソースコードの記述の知識量を定義する目的で読解学習に着目した研究は、調査の限りでは確認されていない。

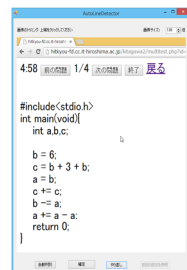
2. 研究の目的

本研究では、1. 内的な構造のみに依存した教材の適用はプログラミングの訓練に有効に働くということ、2. ソースコード読解はプログラミング力向上に寄与するという、3. ソースコード記述文の困難度水準を量的に定義すること、の3点を明らかにすることを目的とした。目的を達成するための具体的な取り組みについては、研究開始当初において、1. データ依存関係、制御依存関係といったプログラムの内的構造を踏まえ、プログラムを特徴付ける各パラメータに基づきプログ

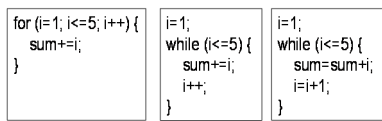
Step 1 データ依存関係、制御依存関係といった内的な構造のみに基づいて、読解学習用教材としてのソースコードの自動生成。



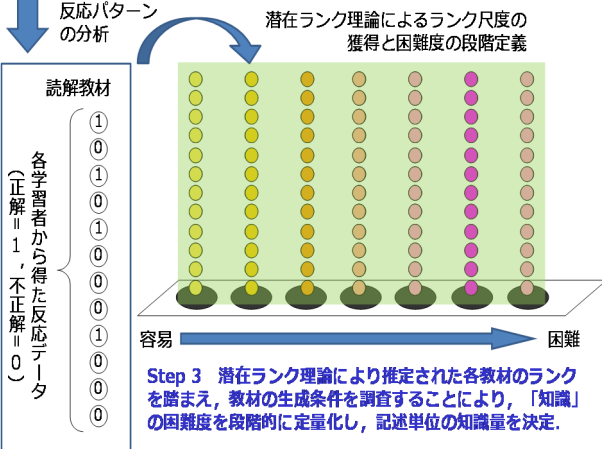
↓ 内的構造に基づいた教材生成機能の実装



Step 2 ソースコード読解学習支援システム[業績1,3,13,15,22]を用いた読解学習の実験的運用。学習者の反応パターンの獲得



上記教材は、データ依存関係は同一である反面、ソースコード生成条件は異なっており、それぞれ正解率も異なる。よって、この背後には「知識の差」があると本研究では仮定。



Step 3 潜在ランク理論により推定された各教材のランクを踏まえ、教材の生成条件を調査することにより、「知識」の困難度を段階的に定量化し、記述単位の知識量を決定。

図1 本研究の概要

ラム読解学習教材としてのソースコードを自動生成する機能を実装すること、2. 潜在ランク理論によりプログラム記述文の困難度を測定し段階定義すること、3. 困難度が定義されたソースコードから記述単位を決定し、単位ごとに知識量を決定すること、4. 知識単位と量に基づいて問題バンクを構築すること、5. 学習者の技量に応じて、適切な難易度で記述されたプログラム読解学習教材を自動提示可能な学習者適応の学習支援システムを設計すること、の 5 点を課題とした。研究の流れの概要を図 1 に示す。

3. 研究の方法

まず、読解学習教材としてのソースコードを自動生成できる機能の設計・開発・実装に取り組む。この機能については、先行研究により開発を進めている読解学習支援システムに対して、プログラム内的構造とソースコードの生成条件とを条件として入力できるようにすることで実現を試みる。読解学習は、トレース・デバッグ学習の基礎力向上に対しての有効性、プログラミングの基本である読解の反復学習の有効性を踏まえた上で、外的構造の意味に頼らない、プログラムソース自身が保持する内的な構造(データ依存関係)のみに基づいた読解学習教材をプログラミング指導に導入し、スライシングの観点からプログラム記述の困難度を定量化し、コード記述の知識量(困難度)を段階的に定量化することを試みるものである。学習者は、提示されたプログラムを読解し、「ある変数の値が a である値の時の別の変数の値」や「ソースコード実行後のある変数の最終的な値」などを回答することで読解力の獲得に取り組む。本研究では、問題領域の知識に依存しない形で問題を生成できるようにする。データ依存関係、制御依存関係といったプログラムの内的構造情報と共に、教材の生成条件、具体的には、繰り返しや分岐、変数の数などといった条件を基にして読解教材を生成できるようなシステムの機能拡張を行う。

読解学習支援システムの実運用により収集された学習ログに対して、自己組織化マップのメカニズムを応用したテスト理論である潜在ランク理論を適用し、多段グレードを獲得する。前述のとおり、プログラミングは多岐にわたる基本素養を複雑に組み合わせた技能であると考えられる。よって、システム適用により得られるログは、連続的に教材を評価できるほど信頼性が高い測定道具ではないと考えられる。以上の理由から、段階尺度を採用し教材(ソースコード)の困難度を段階で定義する。教材の困難度は、プログラム行数の程度 x_1 、変数の数の程度 x_2 、プログラム構造の形状に直接的に関係するデータ・制御の依存関係の数の程度 x_3 、知識の程度 x_4 の 4 つの要素の組合せ($x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4$ 通り)から構成されるものと仮定し、潜在ランク理論適用後、 x_4 の推定を試みる。本研究では知識について、制御・依存関係といった構造の観点では同一である一方、記述方法が異なる場合は知識が存在していると考えられる。C 言語の「加算代入」や「3 項以上の演算」を例にあげると、変数 a に b と c の変数の値を加算する「 $a=a+b$; $a=a+c$;」という記述は、「 $a=a+b+c$;」と書いても良く、また「 $a+=b+c$;」や「 $a+=b$; $a+=c$;」といった書き方も可能である。他、図 1 の Step 2 にある例も知識の差が関与したものであると考えられる。初学者に対しては、たとえ高性能であったとしても、誤った知識の定着や、誤った理解を誘発させやすい知識を初期段階で与えるべきではないと考えられる。そこで本研究では、プログラムの記述に関する知識を機能単位で定義する。そして、この知識単位を決定するために、潜在ランク理論で推定された各グレードの結果を用いて、多変量解析手法により各知識の困難度を評価する。説明変数は各教材の生成条件であり、インクリメントや複合代入演算、if 文の複合条件、break や continue の繰り返し制御、などが該当する。この分析により、記述単位と知識量(読解に必要な技能)の関係性を明確に把握できるようになる。

上記の分析結果、すなわち知識単位と知識量から、知識量に応じた問題バンクを構築する。教授者は、この問題バンクを活用して、学習者の到達度に適した形でソースコードを例示できるようになる。他、学習者の技量に応じて適切な難易度で記述されたプログラム読解学習教材を提示可能な学習者適応の学習支援システムを設計する。すなわち、制御・依存関係といったプログラム構造を用意すれば、知識量に応じて異なった読解難易度の教材を生成できるようになる。

4. 研究成果

読解学習システムを実際の講義で利用し、53 人の学習者から 190 の回答を得た。各質問を 53 次元のベクトルで表し、ベクトルの各要素を学習者の反応(0: 不正解, 1: 正解)とした。回答パターンは多数の欠損値を含んでいる。潜在ランク理論の入力は完全行列でなければならないため、回答全体の 40% を超える回答(欠落率の割合が 60% 以下)を持つ学習者 53 名のみを処理対象とした。K-Means-EM 法に基づく欠損値推定後、完全行列を作成し、各質問のランクを 5 段階で定量化した。各質問は各知識要素の値を有するので、同じランクの質問をグループ化することによって各知識要素の平均を得た。この結果から、反復、インクリメント・デクリメントの読みにくさを確認できる。先行研究により、反復の認知的負荷の重さが示唆されている。While の数、for の数とランクの関係は先行研究の知見を支持するものであり、妥当であると考えられる。先行研究の一つは、インクリメント・デクリメントが反復と同程度の認知負荷を持つ可能性を示唆している。本研究の分析結果でも、これらが困難な要因であることが確認された。インクリメント・デクリメントは Python など一部のスクリプト言語には存在していない。この理由は明確には述べられていないが、本研究で得た知見に基づけば、インクリメント・デクリメントが大きい認知負荷を持っているからスクリプト言語には存在していないと説明でき、この点で意義のある結果を本研究は示していると言える。

開発した読解学習システムを用いた実践利用を行い、学習効果を調査した。学習者にとって適切な知識量のソースコードが提示された際に「データ依存グラフを意識することはコードリーディングを適切かつ効率的に行うために有効かどうか」を明らかにするため、C 言語及び Java 言語の基礎やアルゴリズムの基礎といったプログラミング関連科目の基本を既に習得済みの大学 3, 4 年生に対して評価実験を行った。ここで、コードリーディングの適切さとは、実行後のある変数の値の回答を行うなどソースコード読解の目的が与えられた際、その目的のために必要な命令文を適切な順番で確認・内容理解することを指す。また、コードリーディングの「効率」についても、「適切さ」と同様に、目的のために本質的に重要な個所のみを少しでも無駄なく把握できる読み方を意味する。評価実験は、3 週間の間に 11 名に対して行った。本実験で出題されたソースコードは、変数の初期化処理を除き、3~7 の代入文と、最大 2 つのネスト構造を持つ if, while, for 文のみで構成されたものを用いた。このような条件で生成されたソースコードを課題として提示し、指定した変数の実行後の値の回答を被験者に求めた。

実験の流れを示す。まず、時間無制限のプレテストを行い、被験者各自のやり方で読解を行った。次に、データ依存グラフと、それに基づいて読解する戦略を教授し、データ依存に沿って読むことに慣れるトレーニングを 30 分行った。教授の内容としては、Backward スライス、Forward スライスの順でスライシングを行いながら変数の値を特定する手順について説明し、各自十分に作業できるようになるまでトレーニングを行った。トレーニング後、時間無制限のポストテストを行った。プレ・ポストテストでは、データ依存グラフのみを持った代入文のみのソースコードを 5 問、if 文を含むソースコードを 5 問、while 文や for 文を含むソースコードを 5 問、if 文と while(for) 文を両方含む 5 問の計 20 問を被験者に出题した。なお、プレ・ポストテストの難易度は同程度とした。トレーニングでは、4 行のソースコードで可能な 20 種類のデータ依存グラフに従い計 20 問の問題を生成し、課題として被験者に提示した。

実験の結果、プレ・ポストテストの読解時間には、Welch の t 検定により有意な差($p < 0.05$)が確認された。なお、プレ・ポストテストの正答率については有意な差は確認されなかった。データ依存グラフを意識したポストテストではプレテストと比較して読解時間が有意に短くなっていた。このことから、ここでの実験結果は、コードリーディングを適切かつ効率的に行うためにデータ依存グラフを意識することは必要な技法であるということを示唆していると考えられる。

学習後に行ったアンケートの結果から、データ依存グラフを意識することは被験者にとって効率の良い読解を支援できていたことを確認した。また、読解学習システムを用いたトレーニングへの高い期待も確認した。アンケートの結果から、提示された問題は被験者にとって難解なものではなく、適切な難易度の問題であったと考えられる。したがって、被験者の技量に強く依存する問題やデータ依存グラフ以外の影響を強く受けるような内容ではなかったと推察され、得られた実験結果は「データ依存関係を意識すること」の要因が強いと言える。

プレ・ポストテストの正解数から被験者を上位と下位の 2 群に分け、群ごとの評価を調査した。下位群は上位群よりも高い評価値を得ており、これにより、我々が考えるとおり「データ依存グラフを的確に、かつ効率良く把握することを狙いとした学習」は、特にプログラミング初学者の支援に有効であることを確認できた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Shimpei Matsumoto, Ryo Hanafusa, Yusuke Hayashi, and Tsukasa Hirashima	4. 巻 LNCS 10904
2. 論文標題 Analyzing Reading Pattern of Simple C Source Code Consisting of Only Assignment and Arithmetic Operations Based on Data Dependency Relationship by Using Eye Movement	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Human Interface and the Management of Information. Interaction, Visualization, and Analytics, Springer	6. 最初と最後の頁 pp.545-561
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 印刷中
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 IIAI International Journal Series, International Institute of Applied Informatics	6. 最初と最後の頁 印刷中
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, 林雄介, 平嶋宗	4. 巻 138
2. 論文標題 部分間の関係を考えることに焦点を当てたカード操作によるプログラミング学習システムの開発	5. 発行年 2018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 pp.999-1010
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 花房亮, 松本慎平, 林雄介, 平嶋宗	4. 巻 Vol.35, No.2
2. 論文標題 視線運動を用いたプログラム読解パターンのデータ依存関係に基づく分析-代入演算と算術演算で構成されるプログラムを対象として-	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 教育システム情報学会誌	6. 最初と最後の頁 pp.192-203
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） https://doi.org/10.14926/jsise.35.192	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 Shoko Morinaga, Shimpei Matsumoto, Yusuke Hayashi, Tsukasa Hirashima	4. 巻 1
2. 論文標題 A basic analysis on toggle function for improving the learning effectiveness of card operation-based programming learning support system	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of The Twenty-Fourth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2019	6. 最初と最後の頁 pp.126-129
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 Tomoya Iwamoto, Shimpei Matsumoto, Yusuke Hayashi, Tsukasa Hirashima	4. 巻 1
2. 論文標題 Examining Presentation Method of Question's Requirement for Game Development-Based Programming Learning Support System	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of The Twenty-Fourth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2019	6. 最初と最後の頁 pp.130-133
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 Masanori Oshita, Kosuke Kaida, Shimpei Matsumoto	4. 巻 1
2. 論文標題 A Basis Analysis on Novice Programmers with a Server-Client System for Learning C Programming Language	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of The Twenty-Fourth International Symposium on Artificial Life and Robotics 2019	6. 最初と最後の頁 pp.134-137
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 Shoko Morinaga, Shimpei Matsumoto, Yusuke Hayashi, Tsukasa Hirashima	4. 巻 1
2. 論文標題 A Study on Programming Learning Method to Reduce Non-Essential Cognitive Load	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Scientific Conference on Engineering and Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 pp.414-423
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 Tomoya Iwamoto, Shimpei Matsumoto, Yusuke Hayashi, Tsukasa Hirashima	4. 巻 1
2. 論文標題 Proposal of a Card Operation-Based Programming Learning System with the Concept of Game Programming	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Scientific Conference on Engineering and Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 pp.387-398
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 Masanori Oshita, Kosuke Kaida, Shimpei Matsumoto	4. 巻 1
2. 論文標題 Developing a Web-Based Programming Editor for Novice Learner	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Scientific Conference on Engineering and Applied Sciences	6. 最初と最後の頁 pp.399-410
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, Shuichi Yamagishi, and Tomoko Kashima	4. 巻 -
2. 論文標題 Difficulty Estimation of Knowledge Elements in Source Codes for Reading-Based Programming Learning by Using Neural Test Theory	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proc. of The First IEEE International Symposium on Artificial Intelligence for ASEAN Development	6. 最初と最後の頁 pp.39-44
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, Shuichi Yamagishi and Tomoko Kashima	4. 巻 1
2. 論文標題 Relationship Analysis between Puzzle-Like Programming Game and Achievement Result After Learning the Basic of Programming	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2018	6. 最初と最後の頁 pp.168-171
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, Shuichi Yamagishi, Tomoko Kashima, Yusuke Hayashi, and Tsukasa Hirashima	4. 巻 -
2. 論文標題 A Survey of Analyzing Understanding Process of Programming by Using Eye Tracking	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of The Twenty-Second International Symposium on Artificial Life and Robotics 2018	6. 最初と最後の頁 pp.116-120
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 -

〔学会発表〕 計42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 C言語学習用サーバクライアントシステムの開発とそのラーニングアナリティクスに向けた可能性検証
3. 学会等名 第20回 IEEE Hiroshima Student Symposium
4. 発表年 2018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問題要件提示法の検討
3. 学会等名 第20回 IEEE Hiroshima Student Symposium
4. 発表年 2018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システムにおける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
3. 学会等名 第20回 IEEE Hiroshima Student Symposium
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村上瑠香
2. 発表標題 カード操作方式によるプログラミング学習システムの学習過程を分析するための基礎的手法の提案
3. 学会等名 教育システム情報学会2018年度学生研究会発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 買田康介
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検討
3. 学会等名 教育システム情報学会2018年度学生研究会発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 倉本隼
2. 発表標題 ソースコード読解におけるチャンク方略に関する基礎研究
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2018年度第3回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 作田康陽
2. 発表標題 トグルを用いたカード操作方式によるプログラミング学習システムの学習効果及び認知負荷の基礎分析
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2018年度第3回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小田樹
2. 発表標題 初学者向けプログラミング学習システムのための支援機能の検討
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2018年度第3回研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩本朋也
2. 発表標題 物理課題を題材としたインタラクティブなプログラミング学習システムの開発
3. 学会等名 平成30年度(第69回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2018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システムのフィードバック機能の認知負荷抑制への効果
3. 学会等名 平成30年度(第69回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大下昌紀
2. 発表標題 初学者向けC言語プログラミング環境の開発
3. 学会等名 平成30年度(第69回)電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 カード操作によるプログラミング学習支援システムのフィードバック機能の実装及び評価
3. 学会等名 第43回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 初学者向けC言語プログラミング教育のための開発環境の構築と基礎的な分析機能の実装
3. 学会等名 第43回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 物理課題を題材としたカード操作によるプログラミング学習支援システム
3. 学会等名 平成30年 電気学会 電子・情報・システム部門大会
4. 発表年 2018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システムのトグル機能の実装及び評価
3. 学会等名 2018 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2018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模範動作提示の効果
3. 学会等名 2018 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 大下昌紀
2. 発表標題 C言語プログラミング学習環境の構築とそれを用いた特徴的記述パターンの調査
3. 学会等名 2018 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 プログラム読解学習の狙い及びその効果について～基本的なデータ依存グラフを把握するスキルの養成に向けて～
3. 学会等名 一般社団法人教育システム情報学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本慎平
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での学習過程の可視化方法の提案
3. 学会等名 人工知能学会 第79回先進的学習科学と工学研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 物理課題を題材としたカード操作によるプログラミング学習支援システムのコーディング方式の評価
3. 学会等名 電気学会第76回情報システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 基本的なデータ依存構造を意識したソースコード読解の効果とそれを支援するためのプログラミング学習用システム
3. 学会等名 電気学会第75回情報システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 プログラミング教育におけるラーニングアナリティクスのための情報システム
3. 学会等名 電気学会第74回情報システム研究会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shimpei Matsumoto
2. 発表標題 Difficulty Estimation of Knowledge Elements in Source Codes for Reading-Based Programming Learning by Using Neural Test Theory
3. 学会等名 The First IEEE International Symposium on Artificial Intelligence for ASEAN Development (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shimpei Matsumoto
2. 発表標題 Relationship Analysis between Puzzle-Like Programming Game and Achievement Result After Learning the Basic of Programming
3. 学会等名 the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shimpei Matsumoto
2. 発表標題 A Survey of Analyzing Understanding Process of Programming by Using Eye Tracking
3. 学会等名 The Twenty-Second International Symposium on Artificial Life and Robotics 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 平野拓真
2. 発表標題 ソースコード読解学習のための視線分析に関する研究
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
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 買田康介
2. 発表標題 大学生のためのC言語エディタの開発
3. 学会等名 2017年度教育システム情報学会学生研究発表会(中国地区)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 水島冬馬
2. 発表標題 ゲームプログラミングによる物理学習支援システムの開発
3. 学会等名 2017年度教育システム情報学会学生研究発表会(中国地区)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 赤瀬直也
2. 発表標題 ソースコード読解学習のためのデータ構造に基づいた問題生成に関する研究
3. 学会等名 2017年度教育システム情報学会学生研究発表会(中国地区)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 村上瑠香
2. 発表標題 カード操作方式によるプログラミング学習システムの学習効果
3. 学会等名 2017年度教育システム情報学会学生研究発表会(中国地区)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 森田浩平
2. 発表標題 セキュアコーディング学習支援システムの開発
3. 学会等名 2017年度教育システム情報学会学生研究発表会(中国地区)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 カード操作に基づくアルゴリズムの思考に焦点を当てたプログラミング学習システムの実践
3. 学会等名 平成29年度（第68回）電気・情報関連学会中国支部連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森田浩平
2. 発表標題 セキュアコーディングを学習させるためのオンラインコンパイラの開発
3. 学会等名 第42回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森永笑子
2. 発表標題 カードを並べ替えることによるプログラミング学習システムを用いた講義実践及び付加機能の検討
3. 学会等名 第42回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大下昌紀
2. 発表標題 大学でのプログラミング教育のためのオンラインコンパイラの学習ログ及び学習過程の分析機能の検討
3. 学会等名 第42回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩本朋也
2. 発表標題 カード組み立て方式に基づくプログラミング学習支援システムにおけるゲーム提示機能の開発
3. 学会等名 第42回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 アルゴリズム体験ゲームとプログラミング学習後の成績の関係分析
3. 学会等名 第42回教育システム情報学会全国大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本慎平
2. 発表標題 プログラミング学習のための情報システム
3. 学会等名 一般社団法人教育システム情報学会中国支部研究発表会講演論文集
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 森永笑子
2. 発表標題 部分間の関係を考えるプログラミング学習システムの作問方式の設計
3. 学会等名 2017 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩本朋也
2. 発表標題 出題者の意図を推測することを狙いとしたゲーム開発に基づくプログラミング学習システムの設計
3. 学会等名 2017 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大下昌紀
2. 発表標題 プログラミング学習用オンラインコンパイラの機能設計
3. 学会等名 2017 IEEE SMC Hiroshima Chapter 若手研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松本 慎平
2. 発表標題 学習者による思考及び操作を中心としたプログラミング学習支援システムの設計と開発
3. 学会等名 JSAI2017 2017年度 人工知能学会全国大会(第31回)
4. 発表年 2017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	松本 慎平 (Matsumoto Shimpei) (30455183)	広島工業大学・情報学部・准教授 (35403)	

6. 研究組織（つづき）

	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)	