

令和 4 年 6 月 17 日現在

機関番号：13801

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K02678

研究課題名(和文) 初期プログラミング教育を母語で行うためのソフトウェアツール開発

研究課題名(英文) Developing a software tool usable at the very beginning term for novice level programming students

研究代表者

太田 剛(Ohta, Tsuyoshi)

静岡大学・情報学部・教授

研究者番号：40213730

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 500,000円

研究成果の概要(和文)：小学生レベルのプログラミング初学者向けのソフトウェアを開発した。従来のブロック組み立て型言語とは異なり、プログラムを作っている感覚というよりも、母語による文章を組み立てている感覚のものとなっていることが特徴である。また、パラメータ不足等のエラーがあっても終了したりせず、システム自身がランダムにパラメータを補って解釈実行するので、学習者の意図したものと全く異なる描画がされることがほとんどとなり、自分の記述のどこが悪いのかを考えるための適切なフィードバックを提供できていると考えている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

小学生レベルのプログラミング初学者向けのソフトウェアを開発した。プログラミング言語ではなく、母語を用いて文章を組み立てる感覚で使うことができる。学習者の記述のどこにどのような問題があるのかについて、学習者自身が考えることができるようなフィードバックを帰すようになっているので、プログラミング教育用のツール、特にプログラミングを学び始める一番初期の段階のツールとして使えることを意図したものである。

研究成果の概要(英文)：We developed a software tool usable at the very beginning term for novice level students. Unlike conventional block-style programming language, it is characterized by assembling sentences in learners mother language rather than writing program. In addition, even if there exists an error such as insufficient parameters, the software doesn't exit but randomly supplies missing parameters. So, in most cases, the output from the software largely different from what the learner intended. The software gives the learner an appropriate feedback to make him/her think about where and what is wrong with his/her description.

研究分野：プログラミング教育

キーワード：プログラミング教育 ブロック型言語 母語

## 1. 研究開始当初の背景

コンピュータがどこにでもある世界を見据え、自分ができるタスクを他人あるいは機械にもできるように、手順を精確かつ詳細に記述する能力を、学校教育の中で身に付けさせることが求められるようになってきている。これを実現するべく、全世界的に、初等・中等教育の中でプログラミング的教育活動を行った実践報告が数多くされており、個々の活動において成果も上がりつつある。

我が国でも、学習指導要領改訂により、小学校におけるこの教育が2020年度から必修化されることになった。しかしながら、成功報告事例のほとんどは、伝統的な意味でのプログラミングを修得した者が教えている事例であり、そのような教育を受けていない現場の教員の間には、本当に自分たちで教育できるのかとの不安も広がっている。

研究代表者は、プログラミングの考え方とスキルは、読み書き計算と同様に、人間誰もが身に付けられるものであると信じている。それでも国内外とも、約半数の学生・生徒が脱落してしまっているとの報告があり、明らかに現在の教育方法論に何らかの問題があることを示唆している。しかしながらその一方で、できる学生は「すんなり」と理解してどんどん伸びていくのもまた現実である。

とすれば、プログラミングの考え方を学ぶ前提となるべきスキルが何か存在し、そのスキルを既に身に付けている学生は支障なく学ぶことができるものの、当該スキルを身に付けていない学生が途中脱落してしまう...と考えるのが、最も妥当な解釈であろう。そしてそのスキルは、学校教育の場では、その必要性がまだ認識されていないために意識してトレーニングすることがなく、学校以外のどこかで身に付けた者とそうでない者とが分かれるような「何か」であろう。

## 2. 研究の目的

研究代表者は、大学におけるプログラミング教育の経験を通して、このスキルにかかわる仮説をいくつか持つに至った。そして、この仮説に基づいて挑戦的萌芽研究(H24~H26)、基盤研究(C)(H27~H29)に取り組んだ。この方法の特徴は、学生2人のペアが、お互い相手の書いた手順指示書(漢字の書き方などの線画を対象としている)にしたがって作業を行い、その結果を相手に返し、戻ってきた結果を見て自分の指示方法の不備を認識し、指示書を修正する活動を繰り返す点にある。これは、冒頭に示した「自分ができるタスクを他人あるいは機械にもできるように、手順を精確かつ詳細に記述する」活動そのものであり、伝統的プログラミングにおけるデバッグと類似した活動を、学習者にとって負担なく扱える母語で(人工言語ではなく)行うものでもある。

以上のことから、次に示す学術的な問いに答えることが、今回の研究の目的となる。(1) 上述のトレーニングにおけるペアの一方を、人ではなくソフトウェアに置き換えることができるか。例えば、線画を描くことに対象範囲を絞ったとき、入力された自然言語の文章をパターンマッチ等による簡易な自然言語処理の範囲で解析し、常に一定の基準に従い、かつ「善意の解釈」をせず、自然言語による指示の不具合が目に見えるように線画を描くソフトウェアを作れないだろうか。(2) 仮に作れたとして、これを用いたトレーニングをすることで、その後のプログラミング教育にどれほどの効果が表れるだろうか。

## 3. 研究の方法

本研究以前に行った挑戦的萌芽研究、基盤研究(C)で得られた知見として、次の2点があった。(1) プログラミングをすんなり習得できる学生とそうでない学生との差は、「手順的な自動処理」記述にあたって、「相手に誤解されない表現」を意識して使えるかどうかにあるらしいこと。つまり、解くべき課題を理解し解決することを自分の頭で行うことの他に、その解決方法を相手のレベルに合わせて伝える(表現や説明の方法を相手に合わせて選ぶ)能力である。(2) その裏返しとして、手順指示書上に存在する、書き手が認識できていない不備に対して、それを気づかせることのできる結果を返す相手(不備に対して、その不備を無意識のうちに適切に補ってしまう、人としては自然な「善意の解釈」を、敢えてしないことができる者)の存在が、トレーニング効果を高める上で必要らしいこと。

研究の1年目は、線画を描くことに絞って、常に一定基準に従い「善意の解釈」をしないソフトウェアを作った。その方法としては、過去の研究において取得していた「学生が書いた作業手順指示書」について、そこで使われている文体や語彙、そしてよくある間違いや曖昧な表現の整理を行い、出現頻度の高いパターンを抽出して、これらからルールベースシステムの上に実装した。その後、大学1年生レベルのプログラミング初学者教育の、さらに初期段階においてシステムを使用してみて、不足している文体、語彙、機能を追加した。その後、同様のソフトウェアを、小学生レベルで使えるようなものとするための再設計および実装を行った。具体的には、小学生

に相当な量の日本語入力をさせるのは困難なので、簡易自然言語解析を用いたソフトウェアではなく、ブロック組み立て型の言語体系とした。ただし、if や while に相当する構文を単純に日本語化したものでは、プログラミング言語を日本語化するだけであり、過去にも事例報告があり何ら本質的差はない。そこで、次のことを目標とした。(1) 比較的自然な日本語の文章を、ある程度の種類の手順指示ブロックの組み合わせとパラメータ設定(数値や方向・方角の穴埋め)によって構成する。(2) さらに、そうして作られた指示を解釈実行するインタープリタを作成する。1年目後半はこのプロトタイプを作成し、実際に小学生に試用してもらった。

2年目は、1年目の最後に試用した結果得た知見をもとに、文体の追加やパラメータの与え方の変更等、必要な機能拡張を行った。また、タブレット端末で動かせるようにした。ここでは、文章の構成(ブロックの組み合わせ方)にある程度の制約は導入するが、プログラミング言語のように厳密な規則に縛られることもないし、タートルグラフィックスのようにペンの上げ下げ、長さや方向の厳密な指示を必要ともしない。本来必要なパラメータ値が不足する場合、本システムではランダムな値を補うこととした。これによって、文章の作者が思ってもみなかった線が描かれる状況が発生し、自分の文章のどこに問題があったのか、学習者にとって発見しやすい状況が生まれることを期待した。この点は、プログラミング言語やタートルグラフィックスではエラーとなって全く動かないのとは対照的である。ただし残念ながら、協力校の新型コロナウイルス感染症防止対応のため、実際に小学校の教育に投入することができなかった。

3年目は、2年目に作成したシステムを実際に使用してみる予定で、協力校と打ち合わせしていたものの、やはり、協力校の新型コロナウイルス感染症防止対応のため、実施直前にキャンセルとなって、投入ができなかった。

#### 4. 研究成果

「研究の方法」冒頭に書いた2点を狙った、小学生レベルのプログラミング初学者向けのソフトウェアを開発した。従来のブロック組み立て型言語とは異なり、プログラムを作っている感覚というよりも、文章を組み立てている感覚のものとなっていることが特徴である。また、パラメータ不足等のエラーがあっても終了したりせず、システム自身がランダムにパラメータを補って解釈実行するので、学習者の意図したものとは全く異なる描画がされることがほとんどとなり、自分の記述のどこが悪いのかを考えるための適切なフィードバックを提供できていると考えている。

しかしながら、教育現場への投入予定の時期が、新型コロナウイルス感染症が拡大していく時期にちょうどあたってしまい、協力校における感染防止対応のためキャンセルとなってしまった。そのため、ソフトウェアの使い勝手の評価、効果の評価ともに実施できていない。今後の課題である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔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
---------	---------