

小型の市販ロボットを用いたビジュアルプログラミングによる 学習支援システムの開発

Developing a Learning Support System Using Visual Programming with a Commercial Small Robot

石田 伸太郎^{*1}, 松本 慎平¹

Shintaro ISHIDA^{*1}, Shimpei MATSUMOTO^{*1}

^{*1} 広島工業大学情報学部

^{*1} Faculty of Applied Information Science, Hiroshima Institute of Technology

Email: {bl18004, s.matsumoto.gk}@cc.it-hiroshima.ac.jp

あらまし: プログラミングを苦手とする学習者に対しては、学習意欲の向上が最も有効な解決策の一つとして考えられており、またプログラミング学習の前段階でアルゴリズム的思考に楽しく慣れることがプログラミング学習に良い影響を与えるとされている。高等教育機関などのプログラミング導入教育においては、プログラミングゲームや Scratch などのビジュアルプログラミング言語が学習の初期段階で採用されている。また、実体物の学習効果に着眼し、プログラムの実行結果に合わせて動くようなロボットを用いたプログラミング教育もみられる。このような背景を踏まえ、本研究ではロボットの有用性に期待し、大学のプログラミング教育を対象として、学習意欲の促進を狙いとしたロボットを用いた学習支援システムの開発を目的とする。本研究では toio をロボットとして利用し、Unity を用いてシステムを開発した。

キーワード: ロボット, ビジュアルプログラミング, toio, Unity

1. はじめに

情報学に関連する教育機関ではプログラミングは特に重要な科目と位置づけられており、プログラミング教授者や研究者らはその学習効果を高めるため様々な取り組みを推進している。しかし一方で、プログラミングを特に苦手とする学習者に対する支援は十分に行われておらず、その対策が望まれている。プログラミングを苦手とする学習者に対しては、学習意欲の向上が最も有効な解決策の一つとして考えられており、またプログラミング学習の前段階でアルゴリズム的思考に楽しく触れることがプログラミング学習に良い影響を与えるとされている⁽¹⁾。学習意欲の促進を試み、プログラミング教育では、プログラミングゲームや Scratch などのビジュアルプログラミング言語が学習の初期段階で採用されており、それに加え、プログラムの実行結果に合わせて動くようなロボットを用いたプログラミング教育もみられる。このような背景を踏まえ、本研究ではロボットの有用性に着眼し、大学のプログラミング教育を対象として、学習意欲の促進を狙いとしたロボットを用いたプログラミングゲームの開発を目的とする。目標とする環境は、ビジュアルプログラミングのゲーム性と、実世界でプログラムを表現するロボットという特性を生かしたビジュアルプログラミング環境を開発であり、想定した学習者から適切な評価が得られたことを明らかにする。

2. 関連研究

Hour of Code によると、プログラミングゲームの多くは、プログラミングの技能、創造性、問題解決力を高めることを目的に開発されていないと断って

いる。つまり、プログラミング学習がどれだけ身近で簡単で、面白いかを学習者に伝えることが狙いと述べている。そのため、ビジュアルプログラミングでは、プログラミング能力を高めるのに有効かどうかは現時点では不明である。ビジュアルプログラミングであるアルゴロジック¹は、プログラミング未経験者あるいはプログラミング経験の浅い学習者を対象とし、プログラミングの基本となるアルゴリズムをゲーム感覚で学べる課題解決型ゲームである。アルゴロジックは、学習者を動機づけながらプログラミングの基本的な考え方を短時間で伝える手段として有用である。ロボットを用いたビジュアルプログラミング環境では、LEGO MindStorm などがある。

本研究、ビジュアルプログラミングを用いてロボットの動作をプログラムできるようにする。

3. 提案及び実装

本研究では、アルゴロジックとロボットの有用性に着眼し、ロボットを用いて、アルゴロジックと同様の学習活動を可能とする教材を開発する。アルゴロジックは明確な目標を提供し、また問題解決の手段を制限する。プログラミングゲームは目標が明確であるため、あらゆる学習者にとって取り組みやすく、そのためプログラミング講義などで利用しやすい。本研究で使用するロボットは、児童向けのプログラミング学習用ロボットとして用いられる toio を使用した。提案システムのビジュアルプログラミング環境は Unity で開発した。toio を PC 上の仮想環境でシミュレートするための Unity 用アセットである

¹ <https://algo.jeita.or.jp/>

toio SDK for Unity をベースに, toio と PC との接続に用いる Bluetooth を利用するため, WebGL のウェブブラウザ用アプリケーションとしてデプロイした. 提案システムは, 図 1 のように, 命令の書かれたブロックと 3 年度卒業研究概要を左のブロック群から使いたいブロックを選択し, 中央のキャンバスへと移動させ, それを並べ替えることでプログラムを作成できる. プログラムの先頭には必ず Event ブロックが配置される必要があり, それから下のブロックの命令が上から下へと順に実行されていく. 命令ブロックは, 前進や回転させるための Motion ブロック, 条件分岐や反復処理をさせるための Control ブロック, 変数の計算や不等号を利用するための Operations ブロック, 変数の初期化や再宣言をさせるための Variables ブロックなどがある. 条件分岐では, 先に Variables ブロックで変数の宣言と初期化をする必要があり, その変数を入れた Operations ブロックを条件分岐ブロックに当てはめて使用できる. 提案システムの正解条件は, 被験者は画面内のプレイヤーをプログラムで操作し, コース上のチェックポイントを全て通過することとしている. 図 2 に, ロボットを用いて学習している様子を示す.



図 1 ビジュアルプログラミングシステム

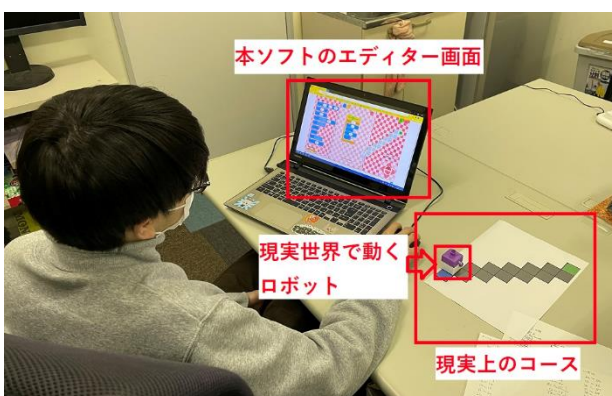


図 2 ロボットを用いて学習している様子

4. 実験及び評価

本研究では, 提案システムの有用性を評価するため以下の実験を行った. 被験者は C 言語や Java, JavaScript の基礎を授業内で学習済みであり, または研究で使用できるほどの応用技術を習得済みの情報学を専攻している 3, 4 年生 10 名を被験者とした.

被験者は, ロボットがない場合とある場合の両方の提案システムを体験し, それぞれを評価した. ロボットの導入は通常よりも高い学習効果が得られるとした文献⁽²⁾に基づき, ロボットを用いた場合にそうでない場合よりも評価が高ければ, 提案システムは適切な学習活動を実現できており, したがって提案システム自体の機能や構成は教材として適切だと評価した. 以上に加えて, 学習意欲の促進が期待できるような評価が被験者から得られていれば, 提案システムは有用だと判定した. 被験者は, まずロボットを用いずに学習し, 次にロボットを用いて学習を行った. 出題する問題は, 提案システムの基本操作を理解するためのチュートリアル問題や, 順次, 分岐, 反復処理といった機能を理解するための基本問題に取り組み, その後, ロボット有りとし無しの場合でそれぞれ 3 問ずつ, 計 6 問の問題に取り組んだ. 学習後, アンケートに回答した. アンケートでは, ロボットがある場合とない場合とのそれぞれの主観評価を 10 段階の間隔尺度で得た. 一例をここで紹介する. 「あなたにとって, 今回体験したシステムは, 楽しかったですか?」といった質問に対して, ロボット有りの場合は平均 8.3, 無しの場合は平均 6.4 であり, ウェルチの t 検定の結果, 有りの場合は有意 ($p < .05$, 片側) に高かった. フロー理論に基づく他の項目においても, ロボット有りの場合は無しの場合よりも有意に高い評価を得ていたことが確認され, この結果から, 提案システムは適切な学習を促進する要件を満たしていることが示唆された.

5. おわりに

本研究ではロボットの有用性に着眼し, ロボットを用いたプログラミングゲームの開発を行った. 実験の結果, 提案システム自体の機能や構成は教材として適切であることを確認した. また, 学習意欲の促進が期待できるような評価が被験者から得ることができた. 以上より, 提案システムの有用性を明らかにした.

謝辞

本研究は, 独立行政法人日本学術振興会科学研究費助成事業(基盤研究(C)20K0319, No.19K02987)の助成を受けて実施した成果の一部である. ここに記して謝意を表します.

参考文献

- (1) 松本慎平, 加島智子, 山岸秀一. 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. 情報教育, Vol. 2, pp. 31-40, 2020.
- (2) 野口孝文, 千田和範, 稲守栄. 初心者から上級者までシームレスにプログラミングを学ぶことができる持続可能な学習環境の構築. 教育システム情報学会誌, Vol. 32, No. 1, pp. 59-70, 2015.