

# 小型ロボットへの AR 表示を用いたプログラミング教材の開発

塩澤 秀和<sup>1)</sup>, 鎌本 萌<sup>1)</sup>, 松本 祐衣<sup>1,2)</sup>

1) 玉川大学 工学部 ソフトウェアサイエンス学科

**あらまし**：小型のロボットを用いたプログラミング教材の利点は、目の前でロボットが動くことで初心者にもプログラムの動きが視覚的にわかりやすいことである。しかし、プログラムが複雑になるにつれ、ロボットの動作とプログラムの実行との対応の理解は難しくなる。我々は、この問題に対して、AR 技術を用いて実行中のプログラムの情報をロボットの映像の上にリアルタイムに可視化する教材の開発を進めている。

## 1. はじめに

近年、小型ロボットを用いることで、子どもにプログラムの動きへの理解を促すプログラミング学習教材が注目を集めている。しかし、小型ロボットを用いても、プログラムの実行手順の途中経過や変数の値などの内部状態は直接見ることができないので、初心者にとっては依然としてプログラムの動きが理解しづらくなることがある。

そこで、我々は小型ロボットを用いたプログラミング学習において、実行中のプログラムの情報を AR (Augmented Reality ; 拡張現実感) 技術を用いてロボットの映像にリアルタイムに重ねて可視化し、学習者である子どもの理解を深める教材[1][2]の開発を進めている。

## 2. 関連研究

現在、小型のロボットを用いたプログラミング教材は、本研究で用いた mBot など、さまざまなものが発売されており、プログラミング教室やワークショップで活用されている。その利点は、プログラムの動きが視覚的に理解しやすく、また協同学習にも向いていることである。

さらに、これに物理的なブロックやカードを組み立てることでプログラミングを行うタンジブルプログラミングを組み合わせたプログラミング学習システム[3]も提案されている。

また、小さなブロックを順番に操作盤にはめ込むことでロボットプログラミングができる製品[4]もあり、これは PC などを介さず、操作盤とロ

ボットが直接つながっているため、幼児でもプログラミングを学習することができる。

学習教材に AR を利用する試みとしては、我々も物理実験への応用を提案している[5][6]。この特徴は、現実空間の教材にセンサーを組み込み、そこから得たリアルタイムな値を AR で提示するという双方向的な手法を提案していることである。

## 3. システムの概要

本研究では、図1に示すように小型ロボットの背面に AR マーカーを付与し、学習者はそれを PC やタブレット端末を通して見ることで、AR によって変数などのプログラムの情報をロボットに重ねて見ることができる。ロボットは、本機能を実現するために、PC と無線 (Bluetooth) でリアルタイムに情報を送受信できるものを利用した。

プログラムの入力にはタンジブルプログラミングを採用した。学習者は、図2に示すように物理的な紙のカードを並べてプログラミングを行う。システムは、各カードに付与された2次元マーカーをカメラで撮影し、それを認識することでコー

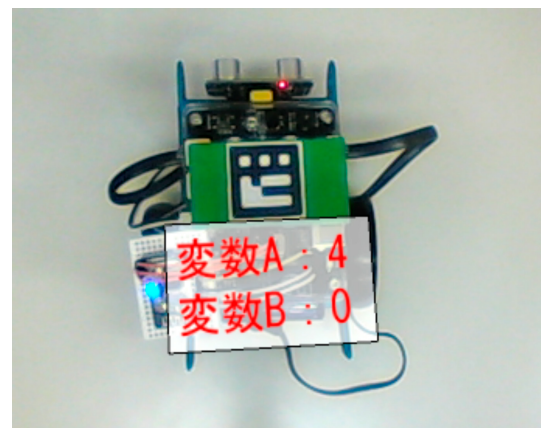


図1 AR による変数の値の表示

2) 2019年3月卒業

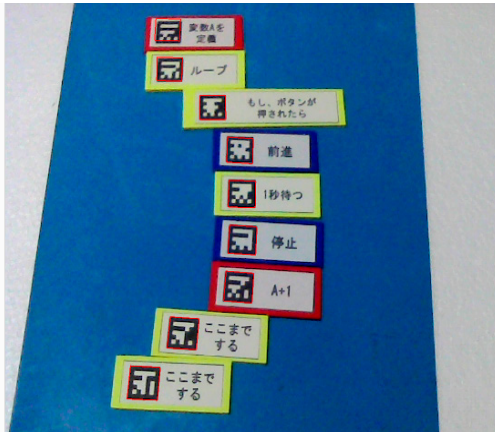


図2 カードによるプログラムの認識

下の配置を認識する。カード1枚がほぼプログラムのコード1行に対応するので、単純に認識されたマーカーを順に1行ずつコードに変換している。

#### 4. 開発中の機能

現時点では、変数の値のみをARで表示しているため、ARの利点が活かされておらず、例えば変数の変化は分かりづらいという問題があった。そこで、現在、変数の値やセンサの測定値の変化をグラフでAR表示する機能を開発中である。

さらに、図3に示すように、小型ロボットの軌跡をAR表示する機能を開発中である。学習者はこれを変数のグラフと見比べることで、ロボットの動作の履歴を自分がプログラムした内容と関連付けて理解しやすくなると考えられる。

また、本システムを使用する子どもたちの学習意欲を向上させることを狙いとして、図4のように小型ロボットのカメラ映像に重ねて、学習者があらかじめ設定したロボットの3Dモデルを表示する機能の開発も進めている。

その他、教材としての実際の利用を想定した改良として、自由な変数名の使用と簡単な文法エラーの検出とそのメッセージ表示も開発中である。

#### 5. まとめ

本論文では、小型のロボットを用いたプログラミング教材において、プログラム実行中の変数の値などのシステムの内部状態をAR技術によって可視化することで、学習者の理解を助ける手法に

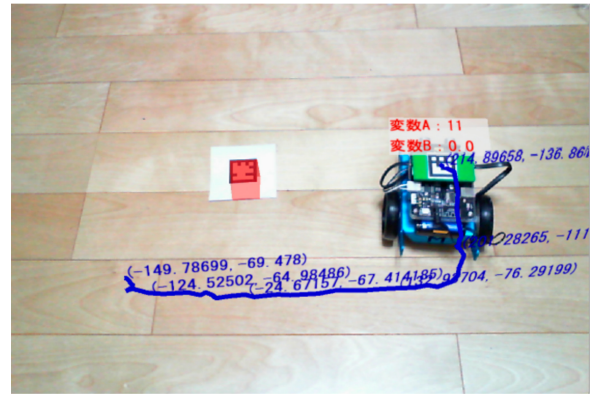


図3 ロボットの軌跡のAR表示

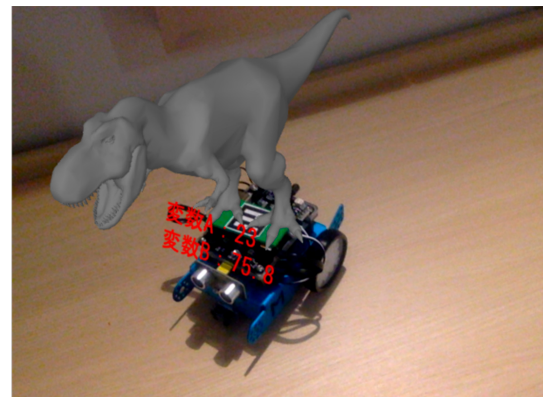


図4 ロボットの外観の3DCGによる表示

ついて、開発を進めている機能について述べた。

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP18K02907 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

- [1] 塩澤, 松本: ARを用いたロボットプログラミング学習支援の提案, 情報処理学会 DICOMO 2019, 2019.
- [2] 塩澤, 松本, 鎌本: 小型ロボットへのAR表示を用いたプログラミング教材の提案, 日本VR学会 第68回CS研究会, 2019.
- [3] 八城, 原田, 迎山: タンジブルなプログラミング学習環境の要件の検討, 情報処理学会 情報教育シンポジウム SSS2015, 2015.
- [4] Primo Toy: Cubetto: A toy robot teaching kids code & computer programming, 2018. <https://www.primotoys.com>
- [5] 塩澤, 小松: マーカー型ARとセンサーを用いた物理(回路・力学)実験教材の開発, 日本VR学会 第61回CS研究, 2017.
- [6] 塩澤: AR技術とセンサーを用いた物理実験教材のコンテンツ開発, 第44回教育システム情報学会全国大会, 2019.