

AR による可視化を利用したロボット型プログラミング教材

Programming Learning System with Robot and AR Visualization

塩澤 秀和

Hidekazu SHIOZAWA

玉川大学工学部

Department of Software Science, Tamagawa University

Email: shiozawa@eng.tamagawa.ac.jp

あらまし：小型のロボットを用いたプログラミング教材は、プログラムとその動作の対応が分かりやすいのが特長だが、プログラムが少し複雑になると、やはり実行手順の経過や変数などの内部状態の理解は難しくなる。そこで、本研究では、AR 技術を用いてプログラム実行中の内部データを可視化するロボットプログラミング教材を提案する。プログラムの入力には、タンジブルプログラミングの手法を採用した。

キーワード：プログラミング教育、ロボットプログラミング、拡張現実感 (AR)、可視化

1. はじめに

近年、小型のロボットを用いたプログラミング学習教材が注目されている。これは、自分の作ったプログラムによってロボットが動くことで、初心者にもプログラムの実行過程が視覚的に理解しやすく、また複数の学習者がプログラムの実行結果を目の前で共有できるので協同学習にも向いている。

しかし、このような教材でも、ロボットに転送されたプログラムは、学習者の手を離れて実行されるため、初心者には依然としてプログラムの動きが理解しづらいことがある。我々は、その大きな原因がプログラムの実行過程や変数の値などの内部状態が学習者に「見えない」ことであると考えた。

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、学習者の理解を促す教材⁽¹⁾⁽²⁾の開発を進めている。

2. 関連研究

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 など数多く発売されており、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。それらのプログラミング言語は、通常のテキスト型言語だけでなく、子ども向けには Scratch のようなビジュアル言語を採用しているものが多い。

さらに、小型のロボットのためのプログラミング言語として、物理的なブロックを組み立てることやカードを並べ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の手法を採用したプログラミング学習システム⁽³⁾も提案されている。

それに類似して、PC やタブレット端末を使わずに、操作盤に順番に駒をはめ込むことで小型のロボットのプログラミングができる製品⁽⁴⁾もあり、これは幼児でもプログラミングの基礎を学ぶことができる。

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、そのリアルタイムな測定値を AR で提示するという双方向的な手法であり、この考え方は本研究でも共通である。

3. システムの概要

図 1 および図 2 は、我々が開発を進めている小型ロボットのプログラミング教材の構成である。特に図 2 のように、ロボットの映像上に、その内部情報をリアルタイムに AR 表示することを特徴とする。

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 3 に示すように、それぞれ

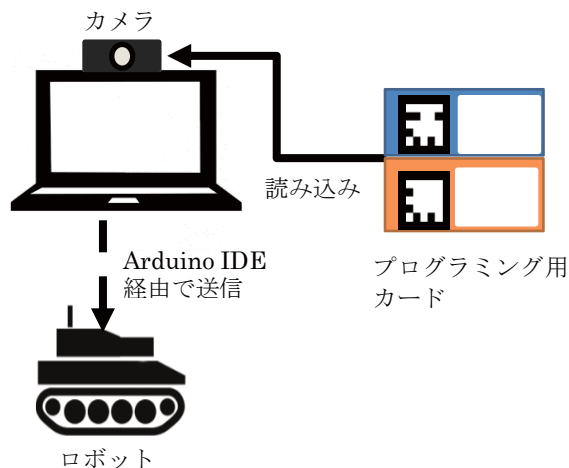


図 1 システムの概要 (プログラムの入力)

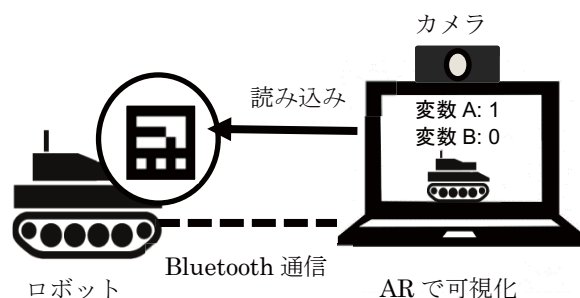


図 2 システムの概要 (実行時の AR 表示)

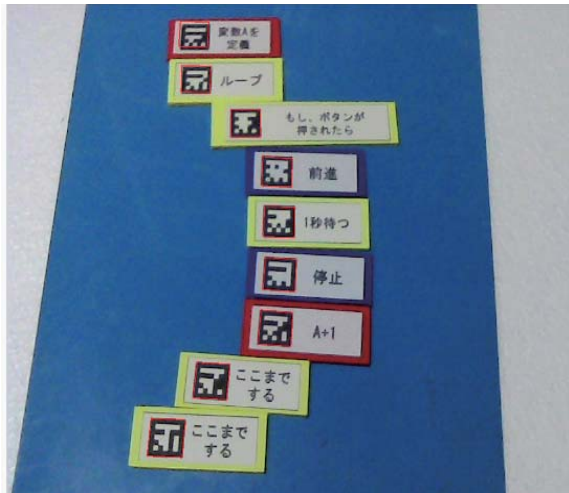


図3 カードによるプログラムの認識

れ1行のコードを表すカードを並べて、プログラミングを行う。システムはこれを撮影して、各カードに付与された2次元マーカを認識し、コードの配置を認識する。この方法は、PCやタブレット端末の操作に不慣れな学習者でも容易に操作でき、講師がプログラムを変更してみせる場合にも便利である。

小型のロボットの背面にはARマーカが付与されており、学習者が自分のプログラムで動いているロボットをPCやタブレット端末を通して見ると、図4に示すように、変数などのプログラムの情報がARによってロボットに重ねて表示される。超音波距離センサーの出力値は、測定された長さの線分によって直感的にAR表示される(図5)。

本機能を実現するために、ロボットはPCと無線(Bluetooth)によって情報を送受信できるものを利用しており、変数の値だけでなく、センサーの測定値の変化もPCに送信している。ARを用いた学習教材にセンサーからのリアルタイムな値を表示するということは、我々が重視している点である。

また、目印のマーカに対してロボットが移動した軌跡をAR表示することも可能であり、学習者はこれを変数やセンサー値の変化と見比べることで、プログラムの実行結果を振り返ることができる。

4. デモンストレーションの結果

本システム(変数のグラフ表示は未実装のもの)をデモンストレーション形式の研究会⁽²⁾に持ち込み、主に情報系の企業研究者に対して実機を展示して操作してもらい、改善のための意見を聞いた。

その結果、タンジブルプログラミングと小型のロボットという組み合わせは、やはり大人に対しても興味を引くことが分かった。見学者が机上のカードを気軽に指差し、「ここにこの処理を入れたらどうなるか」などと質問をする状況が見られたが、これは教育でもよくある状況であろう。ARによる可視化は、実行状況の理解の助けになるため、おおむね好評であったが、表示できる変数やセンサーの種類が少ない点と、システムに手動処理の部分が残ってい

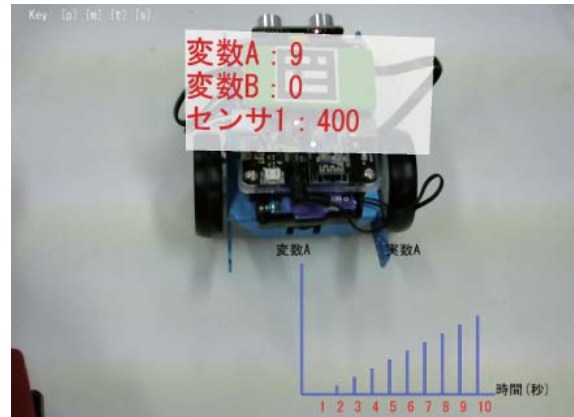


図4 ARによる変数の値とグラフの表示

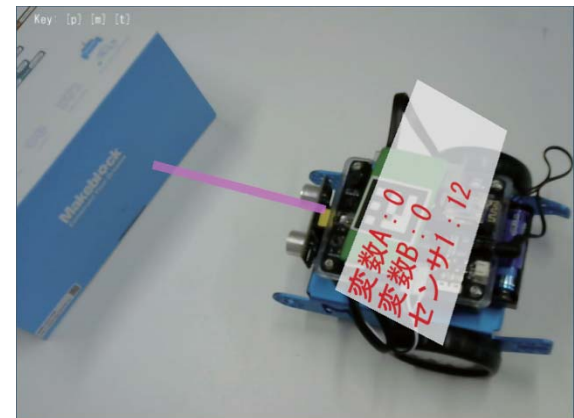


図5 ARによる距離センサー出力値の表示

る点を改善するべきだという意見が多かった。また、ARによる表示は複製して大画面に映すことができるため、数メートルの距離から見るのにも適しており、教室等での利用も問題ないと思われる。

謝辞

本プロジェクトの開発に携わってくれた松本祐衣氏と鎌本萌氏に感謝する。また、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, 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回サイバースペースと仮想都市研究会 (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開発”, 日本VR学会 第22回サイバースペースと仮想都市シンポジウム (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) www.primotoys.com
- (5) 塩澤, 小松: “マーカ型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回サイバースペースと仮想都市研究会 (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)