47　ロボット型プログラミング教材のための AR の活用

ビジュアルインタフェース研究室　　鎌本　萌

1. 背景と目的

近年，小型ロボットを用いることで，子供にもプログラムの動きへの理解を促すプログラミング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，プログラミングの実行手順の途中経過や変数の値などの内部状態を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しづらくなることがある．

そこで，本研究では，昨年度の卒業研究[1]を踏まえて，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）技術を用いてロボットの映像を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の開発を行う．

2. 関連研究

現在，小型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，さまざまなものが販売されており，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，また共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た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[2]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[3]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．

3. 昨年度の卒業研究

本研究室の昨年度の卒業研究[1]では，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みることで，AR によって変数などのプログラムの情報をロボットに 重ねてみることができる．ロボットは，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，物理的な紙のカードを並べ，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ドの配置を認識する．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. システムの提案

本研究では，プログラム実行中の内部情報の AR による可視化の改良システムの開発を行った．小型ロボットは，昨年度の卒業研究[1]から使用している Makeblock 社の mBot を使用した．mBot は，距離センサーなどの多様なセンサーが使用可能であり，Arduino IDE 内でプログラムを作成できる．また，mBot に搭載した Bluetooth のモジュールからプログラムの受信や，センサーの値を PC に送信することが可能である．

本研究のシステムでは，AR の実現に Processing の NyARToolkit を使用した．ロボットに付与している AR マーカーをカメラで撮影し，認識することで小型ロボットの内部データを可視化する．

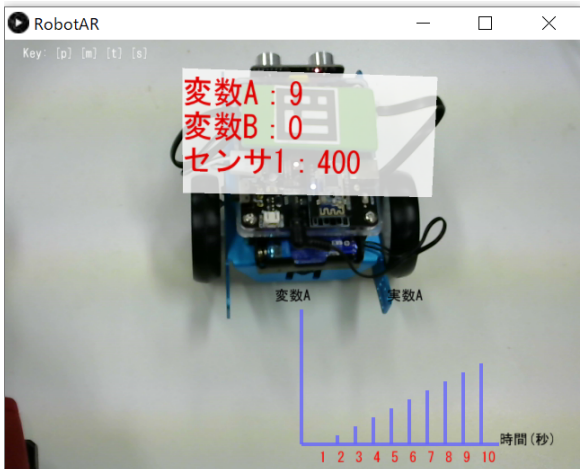

図 1　AR によるグラフ実行画面

図 2　軌跡の表示画面

昨年度の研究では，変数の値のみを AR で表示しているため，AR の利点が活かしきれておらず変数の変化が分かりづらいという問題があった．そこで，現在，変数の値やセンサーの測定値の変化を図 1 に示すようにグラフで AR 表示する機能を開発した．グラフの切り替えは，キーボード入力から行う．

さらに図 2 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した．学習者はこれにより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づ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 3 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を開発した．現在は，2 つの 3D モデルを表示することが可能である．デザインの切り替えは，グラフ表示とは別のキーボード入力で行う．

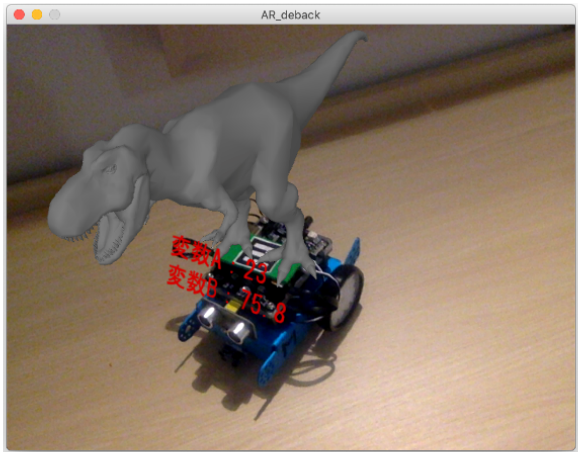

図 3　3D モデル表示画面

5. まとめと課題

本研究では，小型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情報を 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機能を開発した．本研究で追加した機能により，小型ロボットの内部情報をより具体的に表示することに成功した．

今後は，本研究で開発した教材を使用してもらい，教材の有用性についての評価実験を行っていきたいと考えている．

参考文献

[1] 松本祐依，AR を用いたロボットプログラミング学習支援の提案，平成 30 年度玉川大学卒業論文，2019.

[2] 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，pp.207-213，2015.

[3] Primo Toy, Cubetto: A toy robot teaching kids code & computer programing, 2018.