

低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の試作 *

鈴木宏*¹・下平紗代*²・本庄瑠奈*³・中林暉裕*⁴・根岸功輔*⁴

Prototype of Algorithm Learning Teaching Materials for Lower Grade Children

SUZUKI Hiroshi, SHIMODAIRA Sayo, HONJYO Runa,
NAKABAYASHI Akihiro and NEGISHI Kosuke

キーワード：アルゴリズム学習，プログラミング的思考，学習用教材

1. ま え が き

近年，私たちの生活はコンピュータによって支えられる情報社会となっている．これから先，より高度な情報社会に対応していくために，コンピュータについて学び活用していくことが必要となる．その中でもプログラミング的思考と呼ばれる，条件分岐や繰り返し処理，エラー処理，アルゴリズムの学習はソフト上だけでなく様々な問題を解決する上で大切な考え方である．

2020 年度より小学校では「プログラミング」が必修化され，プログラミングは基本的な教養の一つに含まれるようになった．小学校におけるプログラミング教育の狙いは「プログラムの思考」を育むことである¹⁾．そのための導入として，簡単なアルゴリズム学習がある．小学校でもパソコンに触れる機会が増え，多くの授業で取り入れられているが，既存のアプリケーションを動かしたり，Web で調べたりすることが多く，アルゴリズムまで考えさせる例は少ない．簡単なアルゴリズム学習から学び，興味を持ってもらいプログラムの思考を育成することが必要である．また，小学校低学年は文字を習い始めたばかりであり，パソコンを用いたプログラミングは難しい．

本研究では，文字でのプログラミングが難しい小学生低学年向けに，文字を使わず色のシールを使用して，ゲーム感覚でアルゴリズムが学習できる学習用教材を試作する．これは，迷路ゲームのマス目がかかれた紙を置き，スタートからゴールまでのルートを考えてもらい，それにそったカラーシールを用いたプログラミングを行ってもらうことでアルゴリズムを簡単に学ぶことができる教材である^{2), 3)}．アルゴリズム学習用教材として，LED 表示型⁴⁾，ドットマトリックス表示型⁵⁾，タッチスクリーンディスプレイ表示型の 3 種類を試作した．それらについて述べ，今後の展開を示す．

2. 学習用教材の概要

キャラクターが迷路をスタートからゴールまで動くようなアルゴリズムを考え，その動きをシールなどで紙に描き，その紙をカメラ撮影し，3 種類の表示機器で動きを確認することにより，ゲーム感覚でアルゴリズムを勉強でき，プログラミングの基礎を身に付けられる学習用教材を試作した．

図 1 に示すように，いくつか用意した迷路より 1 つを選び，その迷路のスタートからゴールまで動く



シールを貼る 画像解析 動きの確認

図 1 学習用教材の概要

* 本研究は JSPS 科研費 JP20K03085 の助成を受けたものである

*1 電気電子工学科教授

*2 平成 30 年度電気電子工学科卒業

*3 令和元年度電気電子工学科卒業

*4 令和 2 年度電気電子工学科卒業

原稿受付 2021 年 5 月 20 日

ようなアルゴリズムを、自宅でシールや絵によりキャラクターの動きを描き、学校等で画像解析を行い、LED表示、ドットマトリックス表示、タッチパネルディスプレイ表示の3種類で動作を確認できる教材を試作する。また、持ち運べるように、画像解析や動作確認には、Raspberry Pi を用いて小型化を考える。これらは学校での授業のほかに、出前授業や公開講座にも利用できると考える。

学習用教材は、次のような手順で使用する。小学生低学年が使うことを考え、シンプルで使いやすいものとした。

① 迷路選択

いくつかある迷路より1つの迷路を選択する。

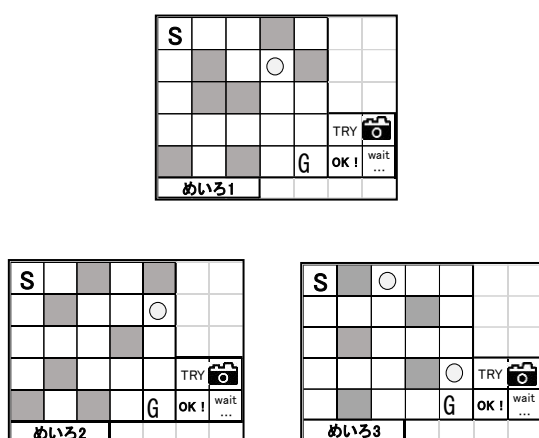


図2 迷路選択

② シールの貼り付け

用紙に、選んだ迷路のスタートからゴールまで、キャラクターが動くようなアルゴリズムを、シールを貼るか絵(丸い色)で描く。シールの色は、黄色が上、緑が右、赤が下、青が左と、キャラクターが動く方向と対応している。また、複雑な迷路に対応して、落とし穴を飛び越えるジャンプに対応した色も用意した。キャラクターの動きは、図3に示すように、左上から右下に向けて色の通りに進んでいく。シールのズレは、画像解析で補正できるようにした。

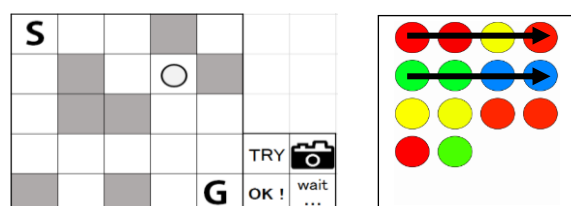


図3 シールの貼り付け

③ 撮影と画像解析

図4に示すように、Raspberry Pi で、カメラ撮影と画像解析を行いキャラクターの動きを、テキストに出力する。詳細については次章で示す。

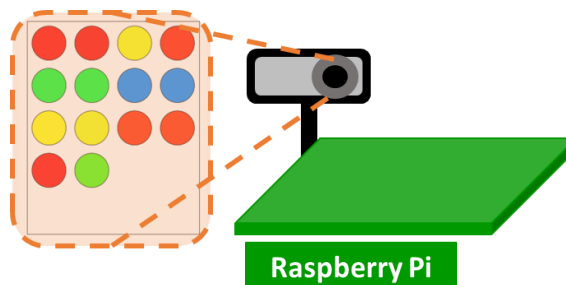


図4 カメラ撮影と画像解析 (Raspberry Pi)

④ 各出力機器での動作確認

LED表示、ドットマトリックス表示、タッチパネルディスプレイ表示の各表示機器で、キャラクターの動作確認を行う。

試作機のため、ブレッドボード上での製作で、図5にLED表示で、図6にドットマトリックス表示で動きを確認する機器をそれぞれ示す。

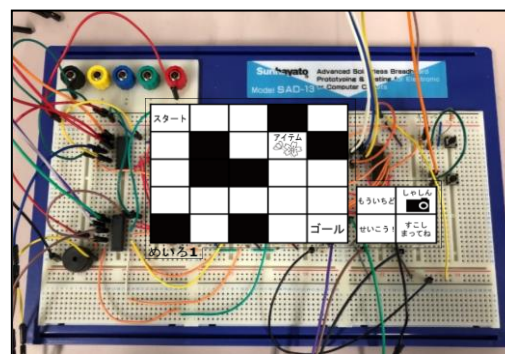


図5 LED表示機器

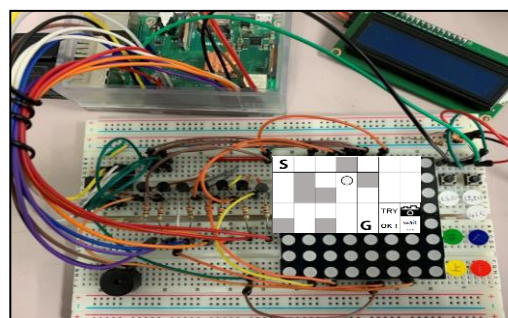


図6 ドットマトリックス表示機器

画像解析によりキャラクターの動きをテキストデータにし、そのデータを読み込んで、LEDの光により動きを表示し、動作確認を行う。

タッチスクリーンディスプレイ（Raspberry Pi 7" Touchscreen Display : element14）表示では、図8に示す迷路をソフトウェアで作成して、その上でキャラクターを動かし、動作確認を行う。



図7 タッチスクリーンディスプレイ
(Raspberry Pi 7" Touchscreen Display :
element14)

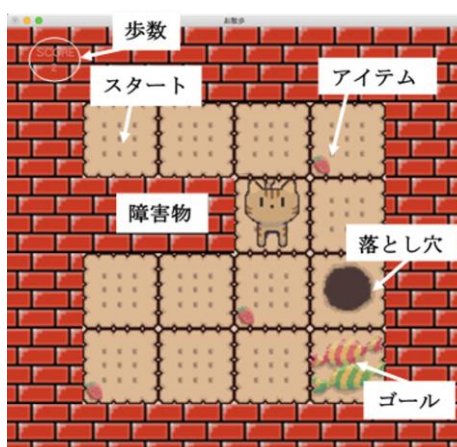


図8 ソフトウェアによる動作確認

3. 学習用教材の詳細

画像解析と各種表示装置の詳細を以下に示す。

3-1 画像解析

以下の手順で、シールの貼られた紙から、キャラクターの動きを解析する。

① Webカメラでの撮影

Webカメラでシールの貼られた紙を撮影する。トリミング処理を行うため、図9に示すように、紙はまっすぐきちんとした状態でなくてもよく、また紙すべてが写っていれば、多少小さくても構わない。

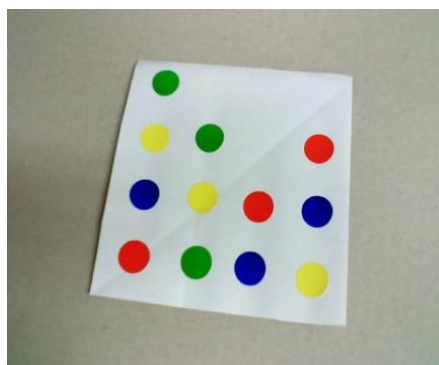


図9 Webカメラでの撮影

② 円を抽出する

四角部分をトリミングして、円を認識し、その中心座標を取得する。図10に解析した結果を示す。緑の丸が認識した円で、赤い点が取得した中心座標である。

トリミング処理は、まず画像をグレースケール化した後に、二値化を行い、輪郭を取り出す。その中で最も面積が大きい四角形の輪郭を決定し保存する。

次にトリミングした画像を再度グレースケール化と二値化を行い円の輪郭を抽出する。円を認識し、そのデータより、円の中心座標と半径を取得する。その結果が図10となる。

円の抽出は、紙やシールの大きさ、間隔や数に関係なく認識が可能となるよう処理を行っている。

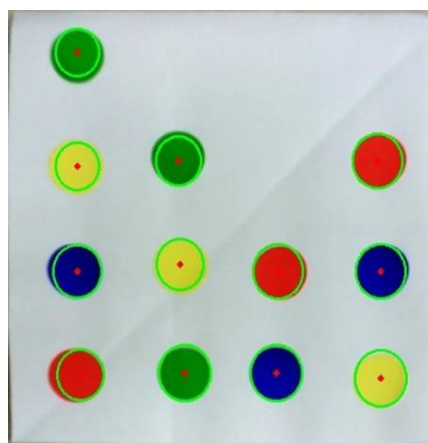


図10 円とその中心を認識した画像

③ テキストファイルの作成

認識した円の中心座標を、左上から右下へ順番にソートする。これは、まずy座標でソートし、その後y座標が近いもので、x座標でソートする。これにより、左上から順番に円の座標を並べることができる。

次に、円の中心座標の色認識を行う。中心座標の RGB 値を読み込み、HSV 値に直す。予めシールの色ごとにしきい値を定め、HSV 値によって色を決する。中心座標位置によってソートしたデータ順に色データをテキストファイルに書き込む。作成されたテキストファイルを図 11 に示す。

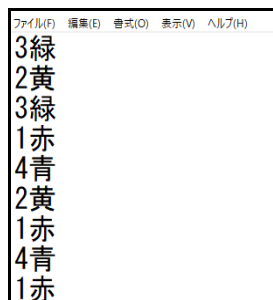


図 11 作成されたテキストファイル

3-2 表示機器の詳細

LCD 表示で迷路を選択しスイッチを押して決定する。カメラを合せて写真のスイッチを押して撮影する。前節の処理により作成されたテキストファイルをもとに、LED を順番に光らせていく。ゴールまで行けた際には成功のマスが光り成功の音が鳴る。障害物に当たったときや壁に当たったときや、ゴールまで行けなかったときなどはもう一度のマスが光り失敗の音が鳴りスタートに戻る。

LED 表示機器とドットマトリックス表示機器の詳細を以下に示す。

① LED 表示機器の詳細

図 12 に LED 表示機器の内部の写真を示す。紙を光らせるための LED29 個(5×5+2×2)、迷路の選択とスコアの表示を行う LCD、成功と失敗時に音を鳴らす圧電ブザー、迷路選択と撮影用スイッチ 2 個で構成されている。スイッチは撮影用のシャッターと選択時の決定ボタンの 2 つの役割を持ち、下のスイッチは迷路の選択時に用いる。

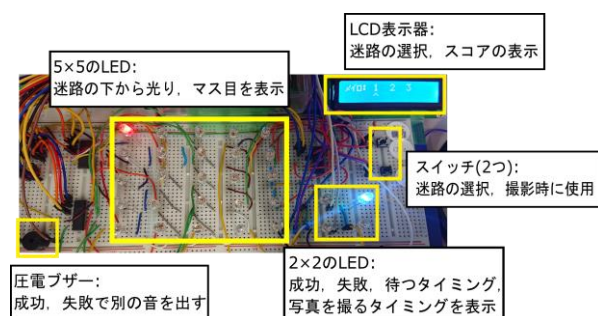


図 12 LED 表示機器の内部写真

② ドットマトリックス表示機器の詳細

図 13 にドットマトリックス表示機器の内部の写真を示す。LED 表示機器の LED の部分をドットマトリックスに置き換えただけで、他の変更はない。ドットマトリックスの左側の回路は、ドットマトリックスを一つのドットごと別々で制御し光らせるための、トランジスタとデコーダの部分である。

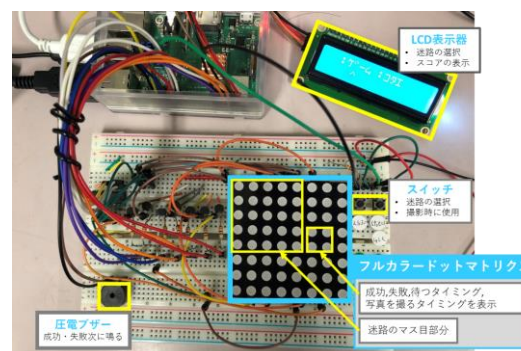


図 13 ドットマトリックス表示機器の内部写真

6. あとがき

パソコンを使用せずとも、シールを貼ることでプログラミングができるアルゴリズム学習用教材を試作した。試作した教材は 3 種類 (LED 表示、ドットマトリックス表示、タッチスクリーンディスプレイ表示) である。しかし、まだ試作の段階であり、実際に使用するためには、回路の基板化を含め、持ち運びができるようすべての部品の一体化が必要である。また、実際に小学校低学年に使って頂き、その結果から改良する必要がある。

なお、本研究は JSPS 科研費 JP20K03085 の助成を受けたものである。

参 考 文 献

- 1) 文部科学省：小学校プログラミング教育の手引(第三版)，pp11-22，(2020)
- 2) 中林暉裕，根岸功輔，鈴木宏：小学生のためのアルゴリズム学習用教材の開発，国立高専機構令和 2 年度第二ブロックオンライン研究発表会，(2021.3)，6
- 3) 下平紗代：小学生のためのアルゴリズム学習用アプリケーションの試作，平成 30 年度卒業論文，(2019)
- 4) 本庄瑠奈：小学生向けアルゴリズム学習用教材の試作，令和元年度卒業論文，(2020)
- 5) 中林暉裕，根岸功輔：低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の実用化に向けた製作，令和 2 年度卒業論文，(2021)