

低学年児童向けアルゴリズム学習用教材の製作 *

鈴木宏*¹・山田瑞樹*²・川上新太*²・竹花真結*²

Production of Algorithm Learning Teaching Materials for Lower Grade Children

SUZUKI Hiroshi, YAMADA Mizuki, KAWAKAMI Arata,
and TAKEHANA Mayu

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

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した。これは、迷路ゲームのマス目が書かれた紙を置き、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⁾。本論文では、昨年度試作したアルゴリズム学習用教材としての LED 表示型、ドットマトリックス表示型、タッチスクリーンデ

ィスプレイ表示型の 3 種類を改良したソフトウェア版とハードウェア版について述べる。ソフトウェア版は、専用ケースを用いて一連の学習ができるようになり、ハードウェア版は、ドライバーモジュールを用いることで、大幅に回路が小さくなり、また持ち運べるようにパッケージ化も行った。最後に、まだ残っている課題について述べる。

2. 学習用教材について

令和 3 年度に製作したソフトウェア版³⁾とハードウェア版⁴⁾について概要と詳細を以下に示す。

2-1 ソフトウェア版のシステム概要

ソフトウェア版教材の外観を図 1 に内部を図 2 にそれぞれ示す。専用ケースを用いることで内部に、Raspberry Pi3 Model B+, タッチスクリーンディスプレイ、カメラモジュールである RASPBERRY Pi CAMERA MODULE V2 が収納できパソコンより小型で持ち運びしやすく家庭学習でも使える教材となっている。

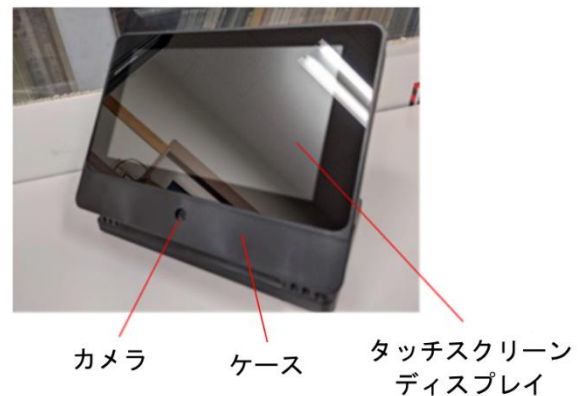


図 1 ソフトウェア版教材の外観

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

*1 工学科 情報エレクトロニクス系 教授

*2 令和 3 年度電気電子工学科卒業

原稿受付 2022 年 5 月 20 日

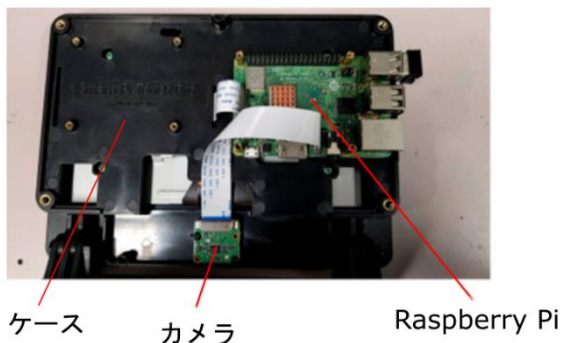


図2 ソフトウェア版教材の内部（裏面より撮影）

ソフトウェア版のシステム概要を図3に示す。はじめに迷路を選択し、選んだ迷路のスタートからゴールまでのルートを考え、その進み方に対応したカラーシールを紙に貼り、カメラで撮影する。マイコン内部で画像解析を行い考えたルートでキャラクターが移動する。ゴールまでたどり着くと正解画面が表示される。また、答え画面も用意しており、確認を行うこともできる。

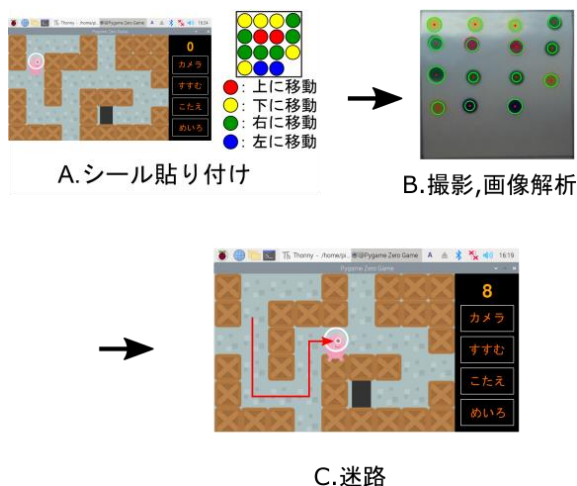


図3 ソフトウェア版システム概要

2-2 ソフトウェア版のシステム詳細

使い方の手順に従ってシステム詳細を以下に示す。

① システムの起動と迷路選択

起動すると図4のようなスタート画面が表示される。迷路選択を行うと図5のような実際の迷路が表示される。ユーザは、表示された迷路のスタートからゴールまでのルートを考えて、進み方に対応したシールを紙に貼る。

今回は3つの迷路だが、迷路を増やしたり、レベルと変えたりすることが簡単にできる。

② シールを貼った紙の撮影

図6のように、カメラ映像にシールを貼った紙が入

るようにし、画面の「カメラ」を押すと撮影が行われる。トリミング、円の抽出、色の判定、進行方法情報の出力などの画像解析がマイコン内部で行われる。



図4 スタート画面と迷路選択



図5 選択された迷路（ルートを考える）

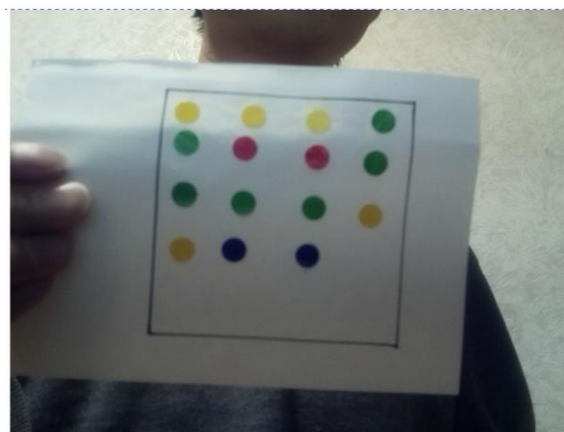


図6 シールを貼った紙の撮影

③ キャラクターの移動

画面の「すすむ」を押すことでキャラクターがシールに沿った方向に1マス移動する。ゴールにたどり着くまで繰り返し押す（図7参照）。ゴールまで到達すると正解の画面が表示される。間違ったルートをたどった場合やゴールに到達しない場合は、失敗・やり直

しの画面が表示される. どちらの場合も「めいろ」をタッチすることでスタート画面に戻り迷路を再度選択できる.



図7 キャラクターの動き

④ 答えの表示

画面の「こたえ」をタッチすることで, 図8に示すようにゴールまでのルートがシールの色の付いた矢印で示される. この場合も「めいろ」をタッチすることでスタート画面に戻り迷路選択ができる.



図8 「こたえ」の表示画面

2-3 ハードウェア版のシステム概要

ハードウェア版教材の外観を図9に示す. 右側の空いているところにはカメラがセットされる. この教材はLED表示である. ドットマトリクス表示に置き直すことができる.

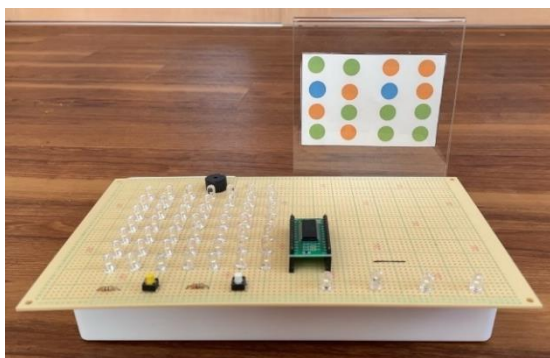


図9 ハードウェア版教材の外観

ハードウェア版のシステム概要を図10に示す. はじめに紙に印刷された迷路から1つを選び, ソフトウェア版と同様にカラーシールを紙に貼る. カメラで撮影し画像解析後, キャラクターの動きをLEDの点灯で表現し, ゴールまで到達すると成功の音が鳴る. 失敗の場合は失敗の音が鳴る.

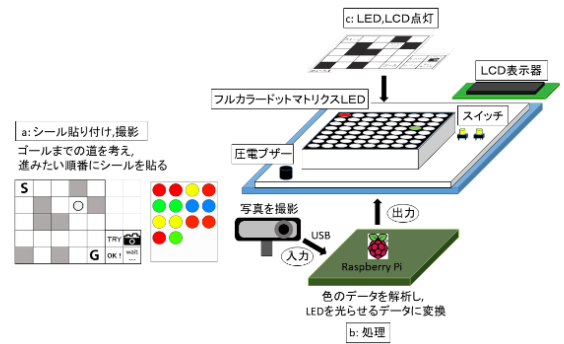


図10 ハードウェア版システム概要

2-4 ハードウェア版のシステム詳細

ソフトウェア版と同様に使い方の手順に従ってシステムの詳細を以下に示す.

① 迷路選択

図11に示すような紙に描かれた迷路から一つ選ぶ.

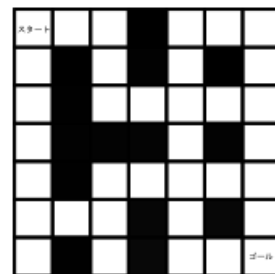
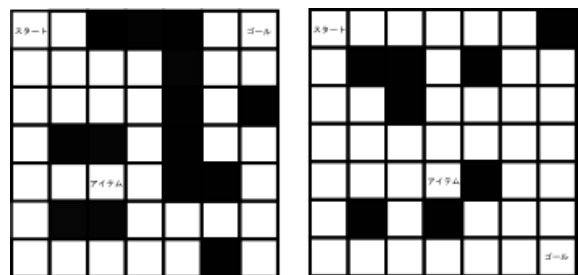


図11 迷路選択 (一つの迷路を選ぶ)

② 開始画面

開始時LCDには図12のような「ゲーム」と「コタエ」が表示されている. 「ゲーム」を選択すると迷路選択画面に移り, 「コタエ」を選択すると正解の道順のLEDが点灯する.



図12 開始時のLCDの表示

③ 迷路選択

「ゲーム」を選択すると図 13 に示す迷路選択画面に移る。迷路番号が示されており「選択」スイッチを押して迷路を選び「決定」ボタンを押し、迷路を決定する（図 14 参照）。迷路が決定されると図 15 に示す目標値が提示される。この値でゴールをするように進み方を考え紙にシールを貼る。



図 13 迷路選択の LCD 画面

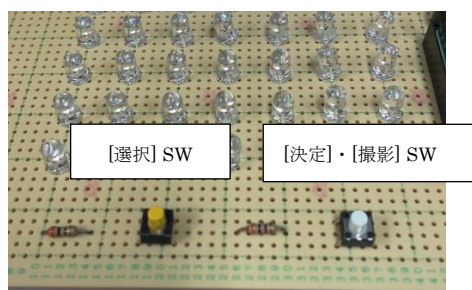


図 14 選択・決定・撮影スイッチ



図 15 LCD に目標値の提示

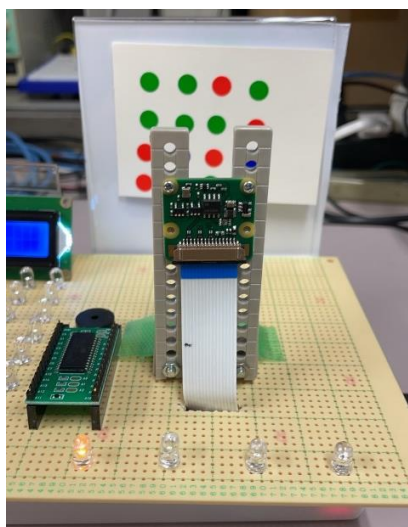


図 16 撮影の様子と各種状態を示す LED

④ 写真撮影と画像解析

紙を台にセットし、図 14 の撮影スイッチを押すと撮影と画像解析が行われる。図 16 に撮影の様子を示す。図 16 に示すようにカメラの前にある LED で、撮影待ち、処理中、クリアー、再撮影の各状態を示す。解析が終了すると自動で LED が順番に図 17 のように光る。この時はじめに選んだ迷路を LED の上に置くことで実際に迷路を進んでいることが分かるようになっている。

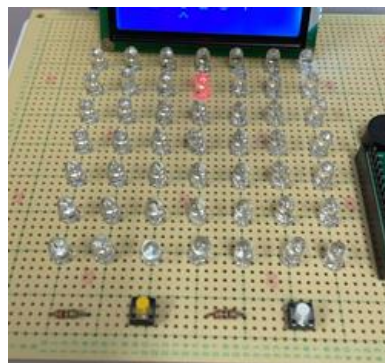


図 17 動作中の LED（この上に迷路の紙を置く）

⑤ 結果表示画面

ゴールに着いた時は、OK の LED が光り成功の音が鳴る。図 18 に示すように今回の結果と目標値が LCD に表示される。ゴールに着けなかったときや障害物に当たった場合は、失敗の LED が光り失敗の音が鳴る。



図 18 結果の LCD 表示

2-5 ドライバーモジュールを用いた回路の改良

当初デコーダーとトランジスタにより点灯させる LED を決定していたが、配線が多くまた、識別できる LED が多くできず迷路の大きさが、5X5 の大きさであった。今回ドライバーモジュールを用いることで、配線が少なく 7X7 の大きさまでの迷路を作ることができた。

今回は HT16K33 ドライバーモジュールを使用し、I2C 通信を行うための VDD, VSS, SCL, SDA の 4pin, アノード 16 pin, カソード 8 pin の計 28 pin で構成されている。またドライバーモジュール内のジャンパを半田付けすることで 8 通りのアドレス設定が可能と

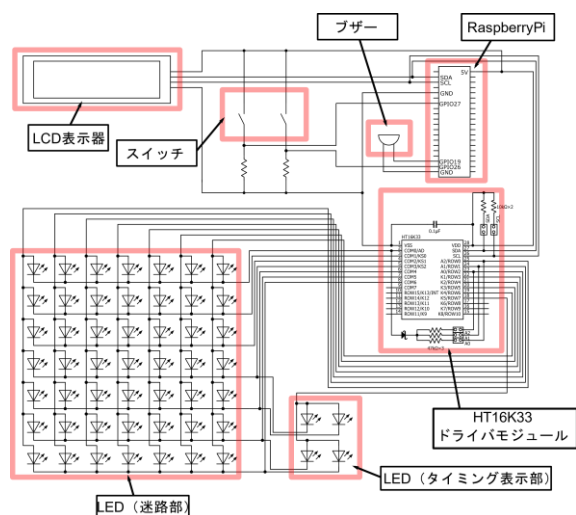


図 19 ドライバモジュールを用いた LED 表示部の回路図

なる。これを用いた LED 表示部を Raspberry Pi で制御するための回路図を図 19 に示す。

図 20 にデコーダーとトランジスタを用いた回路写真を図 21 にドライバモジュールを用いた回路写真をそれぞれ示す。ドライバモジュールに変更することで Raspberry Pi と基板の間の LED 点灯用の配線が 13 本から 4 本に減り小型化できた。また、LED を点灯させるために複数の GPIO の入出力制御が必要であったが、ドライバ IC を用いることにより LED の点灯が 1 行のプログラムで制御できた。

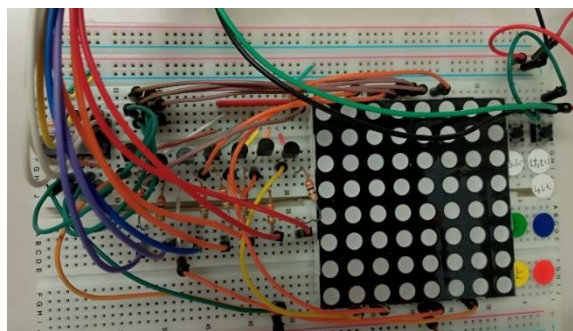


図 20 デコーダーとトランジスタを用いた回路写真

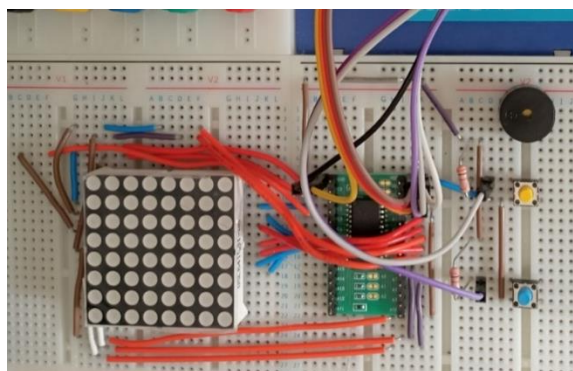


図 21 ドライバモジュールを用いた回路写真

3. システムの評価と課題

ソフトウェア版は、LED などのハードウェアが一切必要なくなり、ソフトウェアのみで実現できた。また、タッチスクリーンディスプレイを使用することで、低学年児童にも扱いやすいシステムとなった。さらに、専用のケースに入れることで持ち運びできる小型化にすることができた。

ハードウェア版は、ドライバーモジュールを用いることで、配線が少なく制御ソフトも簡単になった。また、LED 表示とドットマトリクス表示の両方が同じ回路で実現でき、処理を行うためのソフトウェアもまったく同じものが使用できる。

両システムともに迷路数が少なく、また難易度の差がない。障害物を多くしたり、穴を飛び越えたりする迷路作成が必要である。迷路の難易度を変化させることで、より興味を持ってプログラムの思考が育成できると考える。画像解析において、白い紙と黄色いシールの境目が不明瞭となりやすく円の識別に失敗する場合が多くある。黄色以外のシールの検討や識別方法の変更を行う必要がある。

ハードウェア版は簡単に持ち運べるようになっておらず、またユニバーサル基板を使用している。回路の基板化を行うなど改良が必要である。

コロナ禍のため実際に低学年児童にシステムを使ってもらっていないため、難易度や操作性などが実際のところ分かっていない。使用してもらい改良点を見つけていきたい。

4. 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、今回はそれを改良した。しかし、まだ課題が多く、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) 鈴木宏, 下平紗代, 本庄瑠奈, 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試作, 長野工業高等専門学校紀要第 55 号, 2-1, (2021.6), 1-4
- 3) 川上新太:小学生のためのアルゴリズム学習用教材の製作—ソフトウェア版—, 令和 3 年度卒業論文, (2022)
- 4) 山田瑞樹, 竹花真結:小学生のためのアルゴリズム学習用教材の製作—ハードウェア版—, 令和 3 年度卒業論文, (2022)